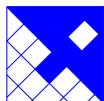




**MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL
SECRETARIA DE INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA**



INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais



FUNCATE - Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais



**PROJETO DE TRANSPOSIÇÃO DE
ÁGUAS DO RIO SÃO FRANCISCO PARA
O NORDESTE SETENTRIONAL**

PROJETO BÁSICO

**TRECHO III – EIXO NORTE
R14 – DOSSIÊ DE LICITAÇÃO
TOMO IV – ESPECIFICAÇÃO MECÂNICA – VOLUME 1**



**TRECHO III – EIXO NORTE
R14 – DOSSIÊ DE LICITAÇÃO
TOMO IV – ESPECIFICAÇÃO MECÂNICA – VOLUME 1**

PROJETO DE TRANSPOSIÇÃO DE ÁGUAS DO RIO SÃO FRANCISCO PARA O NORDESTE SETENTRIONAL

PROJETO BÁSICO

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL

Ministro de Estado da Integração Nacional: **Ciro Ferreira Gomes**

Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica

Secretário de Infra-Estrutura Hídrica: **Hypérides Pereira de Macêdo**

Coordenador Geral: **João Urbano Cagnin**

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Diretor: **Luiz Carlos Moura Miranda**

FUNCATE – Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

Gerente: **José Armando Varão Monteiro**

Coordenador Técnico: **Antônio Carlos de Almeida Vidon**

Coordenador Técnico Adjunto: **Ricardo Antônio Abrahão**

São José dos Campos, setembro de 2003

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais - FUNCATE

Projeto de transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional – Projeto Básico; Trecho III – Eixo Norte – R14 – Dossiê de Licitação – Tomo IV – Especificação Mecânica – Volume 1 - São José dos Campos: Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais – FUNCATE, 2003.

170 p

1. Transposição de Águas; Engenharia Mecânica.
- I. Trecho III – Eixo Norte - R14 – Dossiê de Licitação – Tomo IV – Especificação Mecânica – Volume 1.

CDU 556.18:621

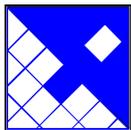
FUNCATE:

Av. Dr. João Guilhermino, 429, 11º Andar – Centro

São José dos Campos – SP

CEP: 12210-131

Telefone: (0XX 12) 3925 1399 Fax: (0XX 12) 3941 2829



FUNCATE

**Fundação de Ciência,
Aplicações e Tecnologia
Espaciais**

Projeto	BDL	Data SET/2003
Verificação	RAA	Data SET/2003
Aprovação	ACAV	Data SET/2003
Aprovação	JAVM	Data SET/2003
Código FUNCATE	EN.B/III.RF.OR.0007	



MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL

Verificação		Data
Aprovação		Data

**PROJETO DE TRANSPOSIÇÃO DE ÁGUAS
DO RIO SÃO FRANCISCO PARA O
NORDESTE SETENTRIONAL**

PROJETO BÁSICO

**TRECHO III - EIXO NORTE
R14 - DOSSIÊ DE LICITAÇÃO
TOMO IV - ESPECIFICAÇÃO MECÂNICA - VOLUME 1**

**Projeto de Transposição de Águas do rio São Francisco
para o Nordeste Setentrional**
Projeto Básico

Equipe

José Armando Varão Monteiro: Gerente

Antônio Carlos de Almeida Vidon: Coordenador Técnico

Ricardo Antônio Abrahão: Coordenador Técnico Adjunto

Geverson Luiz Machado: Chefe da Equipe de Geotecnia
Clóvis Ribeiro de Moraes Leme: Engenheiro

Aloysio Accioly de Senna Filho: Chefe da Equipe de Geologia

Rafael Guedes Valença: Chefe da Equipe de Hidráulica
Anibal Young Eléspuru: Engenheiro

José Carlos Degaspare: Chefe da Equipe de Estrutura

José Ricardo Junqueira do Val: Chefe da Equipe de Orçamento e Planejamento

Bernd Dieter Lukas: Chefe da Equipe de Engenharia Mecânica

Sidnei Collange: Chefe da Equipe de Engenharia Elétrica

Equipe de Produção

Antonio Carlos Cunha Aguiar – Projetista

Antonio Muniz Neto – Projetista

Leandro Eboli – Projetista

João Luiz Bosso – Projetista

Laryssa Lillian Lopes – Técnica em Geoprocessamento

Mônica de Lourdes Sampaio – Desenhista Projetista

Infra Estrutura e Apoio

Ana Julia Cristofani Belli – Secretária

Célia Regina Pandolphi Pereira – Assistente Adm. Especializada

Andréa Marques Moraes – Aux. Administrativo

Maria Aparecida de Souza – Servente

Consultor

Luiz Antonio Villaça de Garcia



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

APRESENTAÇÃO

O presente documento se constitui no Relatório R14 – DOSSIÊ DE LICITAÇÃO – TOMO IV – ESPECIFICAÇÃO MECÂNICA – VOLUME 1, parte integrante do **Projeto Básico do Trecho III – Eixo Norte**, referente ao PROJETO DE TRANSPOSIÇÃO DE ÁGUAS DO RIO SÃO FRANCISCO PARA O NORDESTE SETENTRIONAL, elaborado pela FUNCATE através do contrato INPE/FUNCATE nº 01.06.094.0/99.

O Projeto de Transposição está sendo desenvolvido com base no Convênio nº 06/97-MPO/SEPRE – celebrado entre o MINISTÉRIO DE INTEGRAÇÃO NACIONAL-MI e o MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA-MCT e seu INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS-INPE.

O **Projeto Básico do Trecho III – Eixo Norte** compõe-se dos seguintes relatórios:

- R1 Descrição do Projeto
- R2 Critérios de Projeto
- R3 Usinas Hidrelétricas
- R4 Sistema Adutor
- R5 Sistema de Drenagem
- R6 Bases Cartográficas
- R7 Geologia e Geotecnia
- R8 Estudos Hidrológicos
- R9 Sistema de Supervisão
- R10 Modelo Hidrodinâmico e Esquema Operacional
- R11 Sistema Elétrico
- R12 Canteiros e Sistema Viário
- R13 Cronograma e Orçamentos
- R14 Dossiê de Licitação
- R15 Memoriais de Cálculo
- R16 Linhas de Transmissão
- R17 Caderno de Desenhos



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Índice Geral do relatório R14 – Dossiê de Licitação

Tomo I – Especificações Técnicas e Normas de Medição e Pagamento

Tomo II – Especificação Elétrica:

- Parte 1: Transformador Elevador
- Parte 2: Cubículos de Média Tensão
- Parte 3: Quadros de Serviços Auxiliares CA e CC
- Parte 4: Baterias e Carregadores
- Parte 5: Grupo Gerador Diesel
- Parte 6: Sistema de Proteção
- Parte 7: Sistema de Telefonia
- Parte 8: Sistema de Transmissão de Fonia de Dados
- Parte 9: Cabos OPGW
- Parte 10: Sistema de Comunicação Via Satélite
- Parte 11: Sistema Digital de Supervisão e Controle
- Parte 12: Gerador Horizontal
- Parte 13: Equipamento 69 kV

Tomo III: Especificação de Linha de Transmissão

Tomo IV: Especificação Mecânica

- Parte 1: Turbinas
- Parte 2: Equipamentos Hidromecânicos
- Parte 3: Equipamentos de Levantamento e Transporte
- Parte 4: Conduitos Forçados das Usinas Hidrelétricas
- Parte 5: Válvulas Dispensoras
- Parte 6: Sistemas Auxiliares Mecânicos para Usinas Hidrelétricas
- Parte 7: Tomadas D'Água de Uso Difuso

Tomo V: Montagem



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

ÍNDICE	PG.
PARTE 1 – TURBINAS	1
1 . INTRODUÇÃO.....	1
2 . COMPOSIÇÃO	1
3 . FONTES DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA.....	1
4 . EXTENSÃO DO FORNECIMENTO.....	2
5 . REQUISITOS BÁSICOS PARA O PROJETO E FABRICAÇÃO.....	2
6 . DESENHOS DE REFERÊNCIA	3
CT.1 TURBINAS TIPO FRANCIS ROTOR SIMPLES DE EIXO HORIZONTAL – USINAS HIDRELÉTRICAS SALGADO I E II	3
1 . OBJETIVO.....	3
2 . ESCOPO E LIMITES DO FORNECIMENTO.....	4
2.1 Geral.....	4
2.2 Equipamentos, Materiais e Serviços Incluídos no Fornecimento.....	4
2.2.1 Para a Usina de Salgado I	4
2.2.2 Para a Usina de Salgado II	4
2.3 Equipamentos, Materiais e Serviços Excluídos do Fornecimento.....	9
3 . VALORES NOMINAIS E CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....	10
3.1 Condições de Operação das Turbinas.....	10
3.1.1 UHE Salgado I	10
3.1.2 UHE Salgado II	11
3.2 Quedas.....	11
3.3 Rotação da Turbina	12
3.4 Cota de Implantação	12
3.5 Campo de Operação	12
3.6 Rendimento	12
3.7 Cavitação	13
3.8 Velocidade de Disparo	13
3.9 Vibrações.....	14
3.10 Regulação.....	14
3.10.1 Sobrevelocidade, Sobrepressão e Subpressão.....	14
3.10.2 Proteção.....	14
4 . ESPECIFICAÇÕES DETALHADAS DO EQUIPAMENTO	15



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

4.1 Cone do Tubo de Sucção	15
4.1.1 Geral.....	15
4.2 Pré-Distribuidor.....	15
4.2.1 Projeto e Fabricação.....	15
4.3 Caixa Espiral e Interligação com a Válvula Borboleta.....	15
4.3.1 Projeto e Fabricação.....	15
4.3.2 Conduto de Interligação com a Válvula Borboleta	15
4.3.3 Porta de Inspeção	15
4.3.4 Suportes Internos para Transporte, Montagem e Concretagem	16
4.3.5 Suportes Externos	16
4.3.6 Eletrodos de Solda	16
4.3.7 Tomadas Piezométricas	16
4.4 Válvulas Borboleta.....	16
4.4.1 Generalidades	16
4.4.2 Acoplamento	17
4.4.3 Instalação	17
4.4.4 Acionamento	17
4.4.5 Corpo	18
4.4.6 Obturador	18
4.4.7 Sedes	18
4.4.8 Vedação	18
4.4.9 Munhões	18
4.4.10 Junta de Desmontagem e Virola de Ajuste	18
4.4.11 Servomotor	18
4.4.12 Contrapesos	18
4.4.13 By-pass	19
4.4.14 Dispositivos de Controle e Supervisão	19
4.4.15 Vazamentos	19
4.4.16 Travas	19
4.4.17 Ancoragens e Chumbadores	19
4.4.18 Quadros de Terminais	19
4.5 Sistema de Medição de Vazão Turbinada.....	20
4.6 Tampa	20
4.6.1 Geral.....	20
4.6.2 Projeto e Fabricação.....	20
4.6.3 Mancais e Vedações dos Munhões das Palhetas Diretrizes.....	20
4.6.4 Guias e Suportes do Anel de Regulação	20
4.6.5 Conexões.....	20
4.7 Anéis de Desgaste Estacionários.....	20
4.8 Palhetas Diretrizes	20
4.8.1 Geral.....	20
4.8.2 Projeto e Fabricação.....	21
4.9 Mecanismo de Acionamento das Palhetas Diretrizes	21
4.9.1 Projeto e Fabricação.....	21
4.9.2 Dispositivo de Segurança	21
4.9.3 Dispositivos de Supervisão	21
4.10 Anel de Regulação	22
4.11 Servomotores das Palhetas Diretrizes.....	22



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

4.11.1 Geral.....	22
4.11.2 Ajuste do Tempo de Abertura/Fechamento.....	22
4.11.3 Dispositivos de Travamento Manual.....	22
4.11.4 Conexões e Acessórios	22
4.11.5 Dispositivos de Supervisão	22
4.12 Rotor Francis.....	23
4.12.1 Geral.....	23
4.12.2 Projeto e Fabricação.....	23
4.12.3 Acoplamento do Eixo Principal	23
4.13 Eixo	23
4.13.1 Geral.....	23
4.13.2 Projeto e Fabricação.....	23
4.13.3 Estabilidade da Linha de Eixo e Velocidades Críticas	24
4.13.4 Comprimento do Eixo.....	24
4.13.5 Acoplamentos	24
4.13.6 Alinhamento do Eixo da Unidade.....	24
4.13.7 Dispositivo de Proteção Contra Sobrevelocidade.....	24
4.14 Vedação do Eixo	24
4.14.1 Projeto e Fabricação.....	24
4.14.2 Dispositivos de Supervisão	25
4.15 Mancal da Turbina	25
4.15.1 Geral.....	25
4.15.2 Projeto e Fabricação.....	25
4.15.3 Desempenho do Mancal.....	25
4.15.4 Dispositivos de Supervisão	26
4.16 Volante de Inércia	26
4.17 Pintura.....	26
5 . ENSAIOS EM MODELO.....	27
5.1 Geral.....	27
6 . SISTEMA DE REGULAÇÃO DE VELOCIDADE E EQUIPAMENTOS AUXILIARES	27
6.1 Geral.....	27
6.1.1 Objeto.....	27
6.1.2 Operação e Controle Das Unidades Geradoras	27
6.1.3 Do Sistema de Regulação	28
6.2 Características do Projeto.....	28
7 . SUPERVISÃO, MEDIÇÃO E PROTEÇÃO.....	37
7.1 Geral.....	37
7.2 Quadro de Terminais da Turbina.....	37
7.3 Dispositivos de Proteção Contra Sobrevelocidade.....	38
8 . INSPEÇÕES, TESTES E PRÉ-MONTAGEM NA FÁBRICA	38
8.1 Pré-montagem na Fábrica.....	38
9 . FERRAMENTAS E DISPOSITIVOS PARA MONTAGEM	38



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

9.1 Geral.....	38
9.2 Ferramentas e Dispositivos Especiais para Montagem e Manutenção	38
9.3 Lista de Dispositivos, Chaves e Ferramentas.....	38
10 . TESTES E COMISSIONAMENTO DA UNIDADE	39
10.1 Geral.....	39
10.2 Testes Pré-Operacionais	39
10.3 Testes Operacionais	39
10.4 Testes de Rejeição de Carga	40
10.5 Testes de Comprovação de Potências	40
10.6 Testes nos Mancais	41
10.7 Testes no Regulador de Velocidade	41
10.8 Resultados dos Testes	41
10.9 Dispositivos e Instrumentação para Comissionamento	41
11 . PEÇAS SOBRESSALENTES	41
11.1 Geral.....	41
12 . INFORMAÇÕES TÉCNICAS.....	41
12.1 Geral.....	41
12.2 Dados Principais de Projeto	42
12.3 Rotor da Turbina	42
12.4 Eixo	42
12.5 Caixa Espiral	42
12.6 Válvula Borboleta.....	42
12.7 Mancal Combinado de Guia e Escora	42
12.8 Pás Diretrizes	42
12.9 Mecanismo de Operação do Distribuidor	42
13 . GARANTIAS TÉCNICAS	43
13.1 Garantias Gerais	43
13.2 Garantias de Rendimento.....	43
13.3 Garantia de Potência	44
13.4 Garantia de Cavitação	44
13.5 Garantia de Estabilidade Operacional	44
13.6 Garantias de Velocidade de Disparo.....	44
13.7 Garantias de Regulação	44
13.8 Garantia de Operação Transitória em Sobrevelocidade	44
13.9 Garantia de Desempenho dos Mancais	45



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

PARTE 2: EQUIPAMENTOS HIDROMECÂNICOS	46
1 . OBJETO E OBJETIVO	46
2 . COMPOSIÇÃO	46
3 . FONTES DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA	46
4 . EXTENSÃO DO FORNECIMENTO	47
5 . REQUISITOS BÁSICOS PARA O PROJETO E FABRICAÇÃO	48
6 . DESENHOS DE REFERÊNCIA	50
<i>CT.1 - GRADES DAS TOMADAS D'ÁGUA E COMPLEMENTOS</i>	50
1 . OBJETIVO	50
2 . CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTOS	50
2.1 Características Gerais	50
2.2 Características Principais	51
3 . REQUISITOS PARA O PROJETO E FABRICAÇÃO	52
3.1 Grades	52
3.2 Peças Fixas	53
3.3 Viga Pescadora	54
3.4 Tampas	55
4 . FABRICAÇÃO E INSPEÇÃO	56
4.1 Generalidades	56
4.2 Montagem na Fábrica	56
5 . ENSAIOS DE FUNCIONAMENTO	56
5.1 Generalidades	56
5.2 Ensaio Iniciais na Obra	57
5.3 Ensaio Finais na Obra	57
6 . PROTEÇÃO E PINTURA	58
7 . PROJETO EXECUTIVO	58
8 . PEÇAS SOBRESSALENTE	58
9 . DADOS A SEREM FORNECIDOS COM A PROPOSTA	58
<i>CT.2 - COMPORTA ENSECADORA</i>	59
1 . OBJETIVO	59



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

2 . CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTOS.....	59
2.1 Características Gerais	59
2.2 Características Principais	60
3 . REQUISITOS PARA O PROJETO E FABRICAÇÃO	61
3.1 Comporta Ensecadeira	61
3.2 Dispositivos de Calagem	64
3.3 Peças Fixas	64
3.4 Viga Pescadora	65
3.5 Tampas das Ranhuras.....	66
4 . FABRICAÇÃO E INSPEÇÃO.....	67
4.1 Generalidades	67
4.2 Ensaios na Fábrica	67
5 . ENSAIOS DE FUNCIONAMENTO.....	67
5.1 Generalidades	67
5.2 Ensaios Iniciais na Obra	68
5.3 Ensaios Finais na Obra	68
6 . PROTEÇÃO E PINTURA	69
7 . PROJETO EXECUTIVO	69
8 . PEÇAS SOBRESSALENTES	69
9 . DADOS A SEREM FORNECIDOS COM A PROPOSTA.....	70
<i>CT.3 - COMPORTAS SEGMENTO PARA AS ESTRUTURAS DE CONTROLE.....</i>	<i>70</i>
1 . OBJETIVO.....	70
2 . CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTOS.....	71
2.1 Características Gerais	71
2.2 Características Principais	71
3 . SISTEMA DE ACIONAMENTO, COMANDO E CONTROLE	72
4 . COMANDO DAS COMPORTAS SEGMENTO.....	73
5 . REQUISITOS PARA O PROJETO E FABRICAÇÃO	73
5.1 Comportas Segmento.....	73
5.2 Viga Suporte do Servomotor	77
5.3 Dispositivo de Calagem	77



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

5.4 Peças Fixas	78
5.5 Sistema de Acionamento	79
5.6 Indicador de Posição	82
5.7 Lubrificação.....	83
5.8 Sistema Elétrico	83
6 . FABRICAÇÃO E INSPEÇÃO.....	88
6.1 Generalidades	88
6.2 Montagem na Fábrica	88
7 . ENSAIOS DE FUNCIONAMENTO	89
7.1 Generalidades	89
7.2 Ensaio Iniciais na Obra	89
7.3 Ensaio Finais na Obra	90
8 . PROTEÇÃO E PINTURA	90
9 . PROJETO EXECUTIVO	91
9.1 Documentos Mecânicos	91
9.2 Documentos Elétricos	91
10 . PEÇAS SOBRESSALENTES	92
11 . DADOS A SEREM FORNECIDOS COM A PROPOSTA.....	93
CT.4 - FABRICAÇÃO E INSPEÇÃO.....	94
1 . OBJETIVO.....	94
2 . MATERIAIS MECÂNICOS	94
2.1 Generalidades	94
2.2 Chapas	94
2.3 Aços Inoxidáveis.....	94
2.4 Peças Fundidas.....	95
2.5 Peças Forjadas.....	95
2.6 Tratamento Térmicos e Termoquímicos.....	95
3 . MATERIAIS ELÉTRICOS.....	95
3.1 Esforços Suportados pelos Equipamentos Elétricos	95
3.2 Dispositivos de Segurança	95
3.3 Intertravamento	95
3.4 Parafusamento	95
3.5 Equipamento de Distribuição de Baixa Tensão	95



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

3.6 Motores Elétricos	97
3.7 Equipamentos de Comando. Controle. Proteção e Sinalização.....	98
3.8 Aterramento.....	98
3.9 Proteção Contra Umidade e Aquecimento	99
4 . SOLDA ELÉTRICA	99
4.1 Qualificação dos Soldadores.....	99
4.2 Preparação das Soldas	99
4.3 Soldagem.....	99
4.4 Eletrodos	99
5 . INSPEÇÃO MECÂNICA.....	100
5.1 Ensaios Destrutivos	100
5.2 Ensaios Não Destrutivos.....	102
5.3 Espessura de proteções Superficiais	103
5.4 Verificações Dimensionais e de Acabamento Durante a Fabricação	103
5.5 Componentes Básicos	105
6 . INSPEÇÃO ELÉTRICA	106
6.1 Generalidades	106
6.2 Quadros e Circuitos de Distribuição e Comando	106
6.3 Detetores de Temperatura.....	106
6.4 Ensaios Dielétricos nas Fiações	106
6.5 Aparelhos de Proteção, Relés	106
6.6 Motores	106
<i>CT.5 - PROTEÇÃO E PINTURA</i>	<i>106</i>
1 . OBJETIVO.....	106
2 . TRATAMENTO DA SUPERFÍCIE	106
3 . PREPARO E APLICAÇÃO DAS TINTAS.....	107
4 . INSPEÇÃO E TESTES.....	108
5 . ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA PINTURA.....	108
5.1 Generalidades	108
5.2 Esquemas de Pintura	108
6 . CORES	109
7 . RETOQUES.....	110



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

8 . OUTROS TIPOS DE PROTEÇÃO	110
PARTE 3: EQUIPAMENTOS DE LEVANTAMENTO E TRANSPORTE.....	111
1 . OBJETO E OBJETIVO.....	111
2 . COMPOSIÇÃO	111
3 . FONTES DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA.....	111
4 . EXTENSÃO DO FORNECIMENTO.....	112
5 . REQUISITOS BÁSICOS PARA O PROJETO E FABRICAÇÃO.....	113
6 . DESENHO DE REFERÊNCIA.....	115
CT.1 - PONTES ROLANTES DAS USINAS HIDRELÉTRICAS E COMPLEMENTOS.....	115
1 . OBJETIVO.....	115
2 . CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTOS.....	115
2.1 Características Gerais	115
2.2 Características Principais	116
3 . REQUISITOS PARA O PROJETO E FABRICAÇÃO	117
3.1 Ponte Rolante.....	117
3.2 Caminho de Rolamento.....	118
3.3 Requisitos Elétricos	118
3.3.1 Alimentação Elétrica.....	119
3.3.2 Botoeira Pendente	120
3.3.3 Quadro Elétrico	120
3.3.4 Cabos Elétricos Externos aos Quadros.....	122
3.3.5 Motores	122
3.3.6 Sistema de Desumidificação do Quadro e Motores	123
4 . FABRICAÇÃO E INSPEÇÃO.....	123
4.1 Generalidades	123
4.2 Ensaios na Fábrica	123
5 . ENSAIOS DE FUNCIONAMENTO.....	124
5.1 Generalidades	124
5.2 Ensaios Iniciais na Obra	125
5.3 Ensaios Finais na Obra	125
6 . PROTEÇÃO E PINTURA	126
7 . PROJETO EXECUTIVO	126



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

7.1 Documentos Mecânicos	126
7.2 Documentos Elétricos	127
8 . PEÇAS SOBRESSALENTE	127
9 . DADOS A SEREM FORNECIDOS COM A PROPOSTA.....	127
CT.2 - PÓRTICOS ROLANTES DAS TOMADAS D'ÁGUA DAS USINAS HIDRELÉTRICAS	128
1 . OBJETIVO.....	128
2 . CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTOS.....	128
2.1 Características Gerais	128
2.2 Características Principais	129
3 . REQUISITOS PARA O PROJETO E FABRICAÇÃO	130
3.1 Pórtico Rolante	130
3.2 Caminhos de Rolamento.....	131
3.3 Requisitos Elétricos	132
3.3.1 Alimentação Elétrica.....	132
3.3.2 Botoeira	133
3.3.3 Quadro Elétrico	133
3.3.4 Cabos Elétricos Externos aos Quadros.....	135
3.3.5 Motores	135
3.3.6 Sistema de Desumidificação do Quadro e Motores	136
4 . FABRICAÇÃO E INSPEÇÃO.....	136
4.1 Generalidades	136
4.2 Ensaios na Fábrica	136
5 . ENSAIOS DE FUNCIONAMENTO	137
5.1 Generalidades	137
5.2 Ensaios Iniciais na Obra	138
5.3 Ensaios Finais na Obra	138
6 . PROTEÇÃO E PINTURA	139
7 . PROJETO EXECUTIVO	139
7.1 Documentos Mecânicos	139
7.2 Documentos Elétricos	140
8 . PEÇAS SOBRESSALENTE	140
9 . DADOS A SEREM FORNECIDOS COM A PROPOSTA.....	141
CT.3 – TALHA E MONOVIA DE JUSANTE DA CASA DE FORÇA	141



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

1 . OBJETIVO	141
2 . CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTOS.....	142
2.1 Características Gerais	142
2.2 Características Principais	142
3 . REQUISITOS PARA O PROJETO E FABRICAÇÃO	142
3.1 Talha Elétrica e Monovia	142
3.2 Requisitos Elétricos	143
3.3 Alimentação Elétrica.....	144
4 . FABRICAÇÃO E INSPEÇÃO.....	147
4.1 Ensaio na Fábrica	147
4.2 Ensaio de funcionamento	148
5 . PROTEÇÃO E PINTURA	150
6 . PROJETO EXECUTIVO	150
7 . PEÇAS SOBRESSALENTES	151
8 . DADOS A SEREM FORNECIDOS COM A PROPOSTA.....	152
<i>CT.4 - FABRICAÇÃO E INSPEÇÃO.....</i>	<i>152</i>
1 . OBJETIVO	152
2 . MATERIAIS MECÂNICOS	153
2.1 Generalidades	153
2.2 Chapas	153
2.3 Aços Inoxidáveis.....	153
2.4 Peças Fundidas.....	153
2.5 Peças Forjadas.....	153
2.6 Tratamento Térmicos e Termoquímicos.....	153
3 . MATERIAIS ELÉTRICOS.....	153
3.1 Esforços Suportados pelos Equipamentos Elétricos	153
3.2 Dispositivos de Segurança	154
3.3 Intertravamento	154
3.4 Parafusamento	154
3.5 Equipamento de Distribuição de Baixa Tensão	154
3.6 Motores Elétricos	155
3.7 Equipamentos de Comando, Controle, Proteção e Sinalização.....	156



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

3.8 Aterramento.....	157
3.9 Proteção Contra Umidade e Aquecimento	157
4 . SOLDA ELÉTRICA	157
4.1 Qualificação dos Soldadores.....	157
4.2 Preparação das Soldas	158
4.3 Soldagem.....	158
4.4 Eletrodos	158
5 . INSPEÇÃO MECÂNICA.....	158
5.1 Ensaio Destrutivos	158
5.2 Ensaio Não Destrutivos.....	161
5.3 Espessura de proteções Superficiais	162
5.4 Verificações Dimensionais e de Acabamento Durante a Fabricação	162
5.5 Tratamento Térmico para Alívio de Tensões	164
5.6 Componentes Básicos	164
6 . INSPEÇÃO ELÉTRICA	164
6.1 Generalidades	164
6.2 Quadros e Circuitos de Distribuição e Comando	165
6.3 Detetores de Temperatura.....	165
6.4 Ensaio Dielétricos nas Fiações	165
6.5 Aparelhos de Proteção, Relés	165
6.6 Motores	165
CT.5 - PROTEÇÃO E PINTURA	165
1 . OBJETIVO.....	165
2 . GENERALIDADES.....	165
3 . LIMPEZA	166
3.1 Inspeção Visual.....	166
3.2 Preparo da Superfície	166
3.3 Preparo das tintas.....	166
4 . APLICAÇÃO DE PINTURA.....	167
4.1 Condições Ambientais	167
4.2 Pintura em Superfícies Sujeitas à Intempérie ou Eventualmente Submersas em Água.....	167
4.3 Pintura em Superfícies Internas ou Abridadas	168
4.4 Chapas Metálicas dos Quadros de Material Elétrico.....	168



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

5 . OUTROS TIPOS DE PROTEÇÃO	169
6 . CUIDADOS COM AS SUPERFÍCIES PINTADAS	169
7 . SUPERFÍCIES EM CONTATO	169
8 . INSPEÇÃO E TESTES	169
9 . RENDIMENTO	169
10 . CORES	169
11 . RETOQUES	170
12 . ESPECIFICAÇÃO DAS TINTAS	170



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

PARTE 1 – TURBINAS

1 . INTRODUÇÃO

A presente ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA define as exigências da CONTRATANTE para o fornecimento, incluindo-se projeto, fabricação, ensaio, embalagem, transporte e supervisão de montagem das TURBINAS HIDRÁULICAS e respectivos GERADORES, a serem instalados nas Usinas Hidrelétricas, localizadas no Trecho III, referentes ao Projeto de Transposição de Água do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional.

Nesta Especificação não estão descritos com detalhes todos os componentes das instalações. Certos aspectos foram deixados em aberto para que a CONTRATADA, com base em sua tecnologia e experiência, forneça equipamentos que estejam de acordo com os requisitos aqui especificados, garantindo que os mesmos operarão satisfatoriamente, terão uma durabilidade adequada e serão de manutenção fácil.

Caso a CONTRATADA julgue que determinadas modificações de certos aspectos definidos na especificação ou nos desenhos resultarão em melhoria operacional, maior confiabilidade, durabilidade, ou facilidade de manutenção, ou ainda, em benefícios econômicos, deverá apresentá-los para apreciação da CONTRATANTE, na forma de proposta alternativa.

A CONTRATADA deverá fornecer à CONTRATANTE, um conjunto completo de equipamentos com tudo o que for necessário ao perfeito funcionamento dos mesmos, para a finalidade prevista.

2 . COMPOSIÇÃO

Esta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA compõe-se de volume único com a seguinte CONDIÇÃO TÉCNICA:

- CT.1 – Turbinas Tipo Francis Rotor Simples de Eixo Horizontal

A Especificação Técnica dos GERADORES se encontra nesse mesmo relatório, Tomo II – Volume 3 - Especificação Elétrica.

3 . FONTES DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA

As seguintes tensões, com as respectivas faixas de variação nos terminais do equipamento estarão disponíveis:.

- a) 380 VCA, 60 Hz, sistema trifásico estrela aterrado, fornecido com uma variação de tensão de 342 a 418 V, para acionamento de motores.
- b) 220 VCA, 60 Hz, monofásico, fase-terra, fornecido com uma variação de tensão de mais ou menos 10%, para alimentação de aquecimento e iluminação interna e, eventualmente, tomadas.
- c) 125 VCC, não aterrado, com as seguintes faixas de variação de tensão:
 - Circuitos de fechamento, controle e alarme: 90 - 140 VCC
 - Circuitos de abertura: 70 - 140 VCC



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Em casos especiais em que a CONTRATANTE aprove a utilização de tensões diferentes das padronizadas para determinados equipamentos, estas deverão ser obtidas através de transformadores auxiliares intermediários fornecidos pela CONTRATADA nas condições e capacidade adequadas, sem qualquer custo adicional para a CONTRATANTE.

4 . EXTENSÃO DO FORNECIMENTO

Este fornecimento abrange os equipamentos abaixo, discriminados de modo resumido, devendo a CONTRATADA, entretanto, fornecer uma instalação completa com projeto, fabricação, ensaio, embalagem, transporte e supervisão de montagem, com todo o material necessário ao seu bom funcionamento e cumprimento integral da finalidade prevista.

A relação a seguir não tem caráter restritivo, sendo apenas um resumo do especificado nos itens correspondentes:

- uma turbina hidráulica, do tipo Francis rotor simples de eixo horizontal com potência nominal de 3.093 kW na saída da turbina, acoplada a um gerador síncrono de 3,33 MVA, 60 Hz, para ser instalada na UHE SALGADO I, do Trecho III;
- uma turbina hidráulica, do tipo Francis rotor simples de eixo horizontal com potência nominal de 6.185 kW na saída da turbina, acoplada a um gerador síncrono de 6,67 MVA, 60 Hz, para ser instalada na UHE SALGADO I, do Trecho III;
- duas turbinas hidráulicas, do tipo Francis rotor simples de eixo horizontal com potência nominal de 9.278 kW na saída da turbina, acoplada a um gerador síncrono de 10 MVA, 60 Hz, para ser instalada na UHE SALGADO I, do Trecho III;
- uma turbina hidráulica, do tipo Francis rotor simples de eixo horizontal com potência nominal de 3.093 kW na saída da turbina, acoplada a um gerador síncrono de 3,33 MVA, 60 Hz, para ser instalada na UHE SALGADO II, do Trecho III;
- uma turbina hidráulica, do tipo Francis rotor simples de eixo horizontal com potência nominal de 5.670 kW na saída da turbina, acoplada a um gerador síncrono de 6,11 MVA, 60 Hz, para ser instalada na UHE SALGADO II, do Trecho III;
- duas turbinas hidráulicas, do tipo Francis rotor simples de eixo horizontal com potência nominal de 8.762 kW na saída da turbina, acoplada a um gerador síncrono de 9,44 MVA, 60 Hz, para ser instalada na UHE SALGADO II, do Trecho III;

As turbinas serão projetadas para operar continuamente, e serão acionadas ou desligadas em função da disponibilidade da água bombeada através do Sistema de Transposição.

5 . REQUISITOS BÁSICOS PARA O PROJETO E FABRICAÇÃO

Cada equipamento será construído segundo as normas da melhor e mais moderna técnica, com materiais novos de primeira qualidade. Todas as peças apresentarão um acabamento em relação à sua importância, colocação e destinação.

Cada equipamento deverá ter montagem perfeita, considerando-se os últimos progressos técnicos obtidos. Deverá ser fixado pela CONTRATADA o desempenho esperado para cada equipamento em condições normais de funcionamento industrial, manobras ou em caso de acidentes de funcionamento, condições estas que declara serem de seu conhecimento, para que a CONTRATANTE obtenha a máxima segurança de funcionamento.

Todas as tolerâncias constarão dos desenhos de projeto executivo do respectivo equipamento. Elas garantirão perfeita operação, melhor qualidade, facilidade de montagem e manutenção e mínimo desgaste dos equipamentos.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Cada equipamento será projetado de tal modo que a facilidade de desmontagem seja considerada para fins de manutenção preventiva ou eventuais consertos.

O acesso às partes mais delicadas ou sujeitas a desgaste deverá envolver o mínimo de desmontagens.

Todas as peças que, pelas suas dimensões, formas, ou outra razão, necessitem de recursos que facilitem o seu manuseio nas operações de transporte, montagem e desmontagem, serão providas de alças de levantamento, orifícios rosqueados para anel de levantamento, suportes etc. A CONTRATADA deverá prever os casos em que dispositivos especiais devam ser utilizados para atender as condições particulares de transporte, montagem e manutenção, incluindo-se os mesmos no fornecimento dos equipamentos correspondentes.

Tanto no projeto como na terminologia, serão aplicadas, de preferência, normas brasileiras, podendo, entretanto, os cálculos serem desenvolvidos segundo normas específicas estrangeiras, as quais serão devidamente referenciadas.

Entretanto, as condições estipuladas em qualquer seção desta especificação serão prioritárias em relação à norma considerada, nos casos de discordância ou omissões.

Cada equipamento, parte deste, ou suas peças deverão ser dimensionados para as condições mais desfavoráveis possíveis, seja durante o seu funcionamento, montagem ou transporte, segundo critérios da norma adotada.

Placas para os equipamentos ou suas partes, com gravação do nome da CONTRATADA, ano de fabricação e dados nominais, serão feitas de aço inoxidável ou bronze com espessura e fixação apropriadas para longa permanência. Placas com indicações para operação serão soldadas ou parafusadas, com gravações em português e, quando aplicável, serão placas indicativas do sentido de rotação. Não serão aceitas fixações de placas com adesivo.

A pressão de contato entre as peças de cada equipamento e o concreto não será superior àquela que determine para o concreto uma tensão máxima igual a 6,5 MPa. A pressão de contato será calculada considerando-se as peças implicadas como vigas apoiadas em fundação elástica.

Nos pontos particulares, onde houver necessidade de se ultrapassar esta tensão máxima especificada, a CONTRATADA solicitará, por escrito, a autorização da CONTRATANTE.

6 . DESENHOS DE REFERÊNCIA

- EN.B/III.DS.ME.0002 – página 123 do caderno de desenhos
- EN.B/III.DS.ME.0003 – página 124 do caderno de desenhos
- EN.B/III.DS.ME.0004 – página 122 do caderno de desenhos
- EN.B/III.DS.ME.0006 – página 138 do caderno de desenhos
- EN.B/III.DS.ME.0007 – página 140 do caderno de desenhos
- EN.B/III.DS.ME.0008 – página 139 do caderno de desenhos

CT.1 TURBINAS TIPO FRANCIS ROTOR SIMPLES DE EIXO HORIZONTAL – USINAS HIDRELÉTRICAS SALGADO I E II

1 . OBJETIVO

As presentes especificações apresentam os requisitos técnicos para as turbinas que serão instaladas nas Usinas Hidrelétricas Salgado I e II.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

2 . ESCOPO E LIMITES DO FORNECIMENTO

2.1 Geral

As Usinas de Salgado I e II serão equipadas cada uma com quatro unidades geradoras.

Estas Especificações Técnicas cobrem os requisitos detalhados para projeto, fabricação, inspeção, ensaios na fábrica, embalagem para transporte, transporte até a obra, supervisão de instalação e montagem, testes, supervisão de comissionamento e de colocação em operação comercial de turbinas hidráulicas do tipo Francis, eixo horizontal de simples sucção, seus respectivos reguladores de velocidade, válvulas borboletas de proteção a montante, e equipamentos auxiliares periféricos.

2.2 Equipamentos, Materiais e Serviços Incluídos no Fornecimento

2.2.1 Para a Usina de Salgado I

2.2.1.1 Turbinas

- Uma turbina do tipo rotor simples Francis, de eixo horizontal, com caixa espiral de chapas de aço soldadas, cones de descarga para jusante, adequada para acionamento direto de um gerador de eixo horizontal, trifásico, 60 Hz, com potência nominal contínua de 3,33 MVA, sob fator de potência de 0,9. As turbinas deverão ser projetadas para operar continuamente à queda líquida máxima de 70,7 m até a queda líquida mínima de operação de 67,9 m, atendendo a limitação de 3.093 kW no eixo da turbina para quedas iguais ou superiores à queda líquida de referência de 67,9 m.
- Uma turbina do tipo rotor simples Francis, de eixo horizontal, com caixa espiral de chapas de aço soldadas, cones de descarga para jusante, adequada para acionamento direto de um gerador de eixo horizontal, trifásico, 60 Hz, com potência nominal contínua de 6,67 MVA, sob fator de potência de 0,9. As turbinas deverão ser projetadas para operar continuamente à queda líquida máxima de 70,7 m até a queda líquida mínima de operação de 67,9 m, atendendo a limitação de 6.185 kW no eixo da turbina para quedas iguais ou superiores à queda líquida de referência de 67,9 m.
- Duas turbinas do tipo rotor simples Francis, de eixo horizontal, com caixa espiral de chapas de aço soldadas, cones de descarga para jusante, adequadas para acionamento direto de um gerador de eixo horizontal, trifásico, 60 Hz, com potência nominal contínua de 10 MVA, sob fator de potência de 0,9. As turbinas deverão ser projetadas para operar continuamente à queda líquida máxima de 70,7 m até a queda líquida mínima de operação de 67,9 m, atendendo a limitação de 9.278 kW no eixo da turbina para quedas iguais ou superiores à queda líquida de referência de 67,9 m.

2.2.2 Para a Usina de Salgado II

2.2.2.1 Turbinas

- Uma turbina do tipo rotor simples Francis, de eixo horizontal, com caixa espiral de chapas de aço soldadas, cones de descarga para jusante, adequada para acionamento direto de um gerador de eixo horizontal, trifásico, 60 Hz, com potência nominal contínua de 3,33 MVA, sob fator de potência de 0,9. As turbinas deverão ser projetadas para operar continuamente à queda líquida máxima de 65,6 m até a queda líquida mínima de operação de 58,72 m, atendendo a limitação de 3093 kW no eixo da turbina para quedas iguais ou superiores à queda líquida de referência de 64,15 m.
- Uma turbina do tipo rotor simples Francis, de eixo horizontal, com caixa espiral de chapas de aço soldadas, cones de descarga para jusante, adequada para acionamento direto de um gerador de eixo horizontal, trifásico, 60 Hz, com potência nominal contínua de 6,11 MVA, sob fator de potência de 0,9. As turbinas deverão ser projetadas para operar continuamente



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

à queda líquida máxima de 65,6 m até a queda líquida mínima de operação de 58,72 m, atendendo a limitação de 5.670 kW no eixo da turbina para quedas iguais ou superiores à queda líquida de referência de 64,15 m.

- Duas turbinas do tipo rotor simples Francis, de eixo horizontal, com caixa espiral de chapas de aço soldadas, cones de descarga para jusante, adequadas para acionamento direto de um gerador de eixo horizontal, trifásico, 60 Hz, com potência nominal contínua de 9,44 MVA, sob fator de potência de 0,9. As turbinas deverão ser projetadas para operar continuamente à queda líquida máxima de 65,6 m até a queda líquida mínima de operação de 58,72 m, atendendo a limitação de 8.763 kW no eixo da turbina para quedas iguais ou superiores à queda líquida de referência de 64,15 m.

Para cada conjunto de turbina serão fornecidos os equipamentos/componentes abaixo discriminados e que deverão compor o fornecimento das turbinas:

- a) Cone do Tubo de Sucção;
- b) Pré - Distribuidor;
- c) Caixa Espiral;
- d) Prolongamento da Caixa Espiral até a Válvula Borboleta;
- e) Válvula Borboleta e Junta de Montagem;
- f) Rotor Francis;
- g) Anéis de Desgaste;
- h) Distribuidor e Palhetas Diretrizes;
- i) Mecanismo de Acionamento das Palhetas Diretrizes;
- j) Anel de Regulação;
- k) Servomotores das Palhetas Diretrizes;
- l) Eixo da Turbina incluindo o acoplamento ao eixo do gerador/volante;
- m) Válvula de alívio, a montante, para proteção contra os efeitos do golpe de aríete (eventual);
- n) Vedação do eixo;
- o) Sistema de Medição de Vazão Turbinada
- p) Mancais - O escopo do fornecimento do conjunto turbina/gerador constituir-se-á de 2 (dois) conjuntos de mancais, conforme descrito abaixo. Estará a cargo da CONTRATADA da turbina a responsabilidade do cálculo e a definição final da linha de eixo:
 - dois mancais de guia do gerador, incluídos no fornecimento do gerador;
 - um mancal combinado de escora e guia, incluído no fornecimento da turbina.

Outros arranjos de mancais poderão ser propostos.

Os mancais serão fornecidos completos, cada um com seu sistema de lubrificação, resfriamento e injeção de óleo (onde aplicável) e respectivos dispositivos de supervisão. Será dada preferência de uma única central hidráulica e de resfriamento atendendo todos os mancais de uma unidade geradora (turbina e gerador).

2.2.2.2 Acoplamento e Ajuste da Linha do Eixo

O acoplamento do eixo ao volante de inércia e/ou rotor do gerador, está incluído no fornecimento da CONTRATADA da turbina.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

O ajuste final da linha de eixo (alinhamento, nivelamento, paralelismo, etc.) estará sob responsabilidade da CONTRATADA da turbina.

2.2.2.3 Sistema de Regulação e Equipamentos Auxiliares

O fornecimento incluirá o sistema de regulação completo para cada uma das unidades.

Cada sistema de regulação será composto dos seguintes equipamentos e subsistemas:

- a) *Hardware e Software*, sensores de frequência, dispositivo de supervisão de velocidade, quadro do regulador, atuador completo, dispositivos de supervisão de fontes de alimentação, que compõem o sistema digital de regulação;
- b) Sistema oleodinâmico de pressão, incluindo acumuladores sob pressão, tanque coletor, bombas de óleo e válvulas associadas, válvulas de controle, tubulações e respectivos acessórios, para atendimento do atuador da turbina e da respectiva válvula borboleta de proteção;
- c) Sistema de pressurização, constituído por uma bateria de gás nitrogênio.
- d) Projeto e fornecimento de eletrodutos, fiação e seus acessórios entre a turbina e seus sistemas periféricos.

2.2.2.4 Tubulações

O fornecimento incluirá para cada uma das unidades:

- a) Tubulações de enchimento, drenagem e esvaziamento das turbinas, embutidas no concreto secundário;
- b) Tubulações de óleo e acessórios do sistema de resfriamento dos mancais, dentro ou fora do limite do contorno da turbina;
- c) Tubulações e acessórios pertencentes ao sistema de injeção de óleo a alta pressão no mancal de escora (se aplicável);
- d) Tubulações de água de resfriamento dos mancais, localizadas entre os trocadores de calor e os instrumentos medidores de vazão, incluindo o trecho reto de tubulação recomendado para obtenção de leitura confiável;
- e) Tubulações para o sistema de aeração da turbina (se aplicável). As tubulações embutidas no concreto secundário serão fornecidas completas;
- f) Todas as tubulações de óleo, válvulas, acessórios e suportes pertencentes aos sistemas de regulação de velocidade e de nitrogênio, inclusive aquelas interligando as válvulas borboletas aos respectivos sistemas de regulação de velocidade;
- g) Tubulações e os instrumentos de medição de pressão da caixa espiral, e previsão de conexões para futura instalação de medição da vazão turbinada, de preferência do tipo ultra sônico, a ser instalada no conduto adutor a montante de cada unidade;
- h) Os flanges e contra-flanges para ligação às tubulações de fornecimento de terceiros.

2.2.2.5 Óleo

Será fornecida a quantidade de óleo necessária ao enchimento inicial do sistema de regulação e dos mancais das unidades, acrescida de 10% (dez por cento).

2.2.2.6 Dispositivos de Supervisão, Proteção e Fiação Elétrica

O fornecimento incluirá para cada uma das unidades, um conjunto de dispositivos de supervisão, conforme especificado em itens subseqüentes, constando de:

- a) quadro de terminais da turbina;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- b) dispositivos de proteção contra sobrevelocidade;
- c) instrumentação geral da turbina para proteção, supervisão, alarme e intertravamento;
- d) fiação elétrica de interligação entre a turbina e o quadro de bornes/instrumentos da turbina;
- e) fiação elétrica, eletrodutos, caixas de passagem e de terminais dos equipamentos do sistema de regulação instalados no tanque coletor, nos acumuladores sob pressão, no sistema de pressurização a gás, e nos sistemas de refrigeração e injeção de óleo dos mancais até as respectivas caixas de terminais e aos painéis dos reguladores eletrônicos.

2.2.2.7 Pintura

O fornecimento incluirá os serviços de limpeza, pintura e proteção das superfícies.

2.2.2.8 Ferramentas Especiais e Dispositivos para Montagem

O fornecimento incluirá todos os dispositivos especiais (não normalizados) de levantamento, manuseio e manutenção, bem como chaves especiais, ferramentas especiais e gabaritos para montagem e desmontagem das turbinas.

Todos os componentes principais e acessórios das turbinas serão equipados com olhais ou similar para facilitar o manuseio através da ponte rolante da Casa de Máquinas.

2.2.2.9 Escadas, Parapeitos, Plataformas e Guarda-Corpos

Serão incluídos no fornecimento, todas as escadas, parapeitos, plataformas e guarda-corpos diretamente ligados aos equipamentos que se fizerem necessários para permitir acesso para inspeções e manutenções da turbina de maneira segura.

2.2.2.10 Supervisão de Montagem e Ensaios de Campo

Os serviços de montagem e ensaios serão executados por terceiros contratados pela CONTRATANTE sob a supervisão da CONTRATADA. Os testes de comissionamento e de colocação em operação comercial, também serão realizados sob a supervisão da CONTRATADA.

O fornecimento incluirá tais serviços de supervisão.

2.2.2.11 Documentos de Projeto

O fornecimento incluirá a entrega dos documentos de Projeto e de Controle necessários às interfaces com fornecimento de terceiros e para a operação e manutenção dos equipamentos fornecidos.

2.2.2.12 Peças Sobressalentes

O fornecimento deverá incluir um conjunto de peças sobressalentes suficientes, para 2 (dois) anos de operação. A CONTRATADA deverá apresentar uma lista destas peças na proposta de fornecimento.

2.2.2.13 Equipamentos para Testes e Comissionamento da Unidade

O fornecimento inclui o empréstimo dos equipamentos e instrumentos para os testes de comissionamento e de colocação em operação comercial das unidades. Após a realização destes testes, os mesmos serão devolvidos para A CONTRATADA.

2.2.2.14 Projeto de Arranjo dos Equipamentos Periféricos da Turbina

A CONTRATADA fornecerá o projeto de arranjo dos equipamentos periféricos da turbina, localizados na Casa de Força.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

2.2.2.15 Documentos a serem Fornecidos

A CONTRATADA providenciará desenhos e outros documentos com dados técnicos aplicáveis a seu Fornecimento, incluindo, mas não se limitando aos a seguir relacionados:

- a) Cronograma de Documentos - Uma lista completa de todos os desenhos, dados técnicos e documentos de projeto, por título e número, que A CONTRATADA irá apresentar, com as respectivas datas de entrega. Este cronograma deverá ter espaço adequado para registrar o histórico de cada documento e deverá ser atualizado regularmente.
- b) Documentos a serem Fornecidos na Contratação - Arranjos com as dimensões principais dos equipamentos e sistemas previstos no fornecimento, as curvas de performance e o campo de operação, as cargas transmitidas ao concreto e as cargas elétricas previstas.
- c) Lista de Documentos - Documentos com número próprio, na qual deverão estar relacionados todos os Desenhos, Procedimentos e Ensaios, Relatórios de Ensaios e Manuais de Instruções, com os respectivos números e títulos;
- d) Cronograma de Fabricação e Fornecimento - Documento mostrando as diversas etapas de fabricação, incluindo o provisionamento e ensaios;
- e) Desenhos de Arranjo Geral - Desenhos de Conjunto, contendo todos os elementos necessários ao projeto da instalação, montagem e a manutenção, tais como, massas, dimensões, dados para fixação, alturas recomendadas, esforços limites, etc.
- f) Memorial de Cálculo dos Transientes Hidráulicos - A análise dos transientes hidráulicos, a definição da linha piezométrica, e a definição dos parâmetros básicos para o dimensionamento do conduto adutor será de responsabilidade da CONTRATADA. A CONTRATADA, com base na análise dos transientes, definirá os tempos de fechamento e de abertura do distribuidor e da válvula borboleta, bem como a inércia necessária do conjunto turbina/gerador/volante para atendimento das garantias de regulação.
- g) Esquemas óleo-hidráulicos – Desenhos contendo todos os dados relativos ao sistema hidráulico, componentes e interligações com o sistema de comando elétrico.
- h) Diagramas Elétricos - Desenhos contendo todos os dados relativos a parte elétrica do equipamento, tais como, esquemático das ligações internas e externas, esquemas de fiação, desenhos das réguas de bornes terminais com indicação das conexões internas e externas ao fornecimento, características dos componentes, etc.
- i) Relatórios de Ensaios - Documento contendo pelo menos a relação dos ensaios realizados. O relatório propriamente dito, deverá fornecer além dos resultados todos os dados necessários para a análise, interpretação e avaliação de cada ensaio.
- j) Desenhos de Transporte - Desenhos indicando a massa, dimensões máximas externas, pontos de içamento, recomendações e cuidados especiais para cada peça de porte a ser utilizada durante o transporte, descarga na obra e manuseio durante a montagem quando aplicáveis.
- k) Controle de Qualidade - A CONTRATADA apresentará à CONTRATANTE os documentos abaixo:
 - Plano de Inspeção durante a Fabricação;
 - Plano de Inspeção durante a Montagem, podendo estar incluído no Manual de Montagem;
 - Plano de Comissionamento, podendo estar incluído no Manual de Comissionamento.

Contendo basicamente os itens abaixo, sem a isto se limitarem:



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Descrição de todos os métodos de controle para cada item citado na lista das etapas a serem controladas;
 - Programa de ensaio, detalhando a seqüência de atividades;
 - Relatórios das inspeções executadas durante a fabricação, que serão incorporados ao *Data Book* à medida que forem sendo emitidos. Tais relatórios deverão incluir resultados dos ensaios, curvas, cálculos de verificação, fórmulas utilizadas na determinação dos resultados, fotos ilustrativas e análises objetivas, quando for o caso.
- l) Manual de Montagem - A CONTRATADA fornecerá um Manual de Montagem, que poderá ser subdividido em dois volumes abrangendo a montagem das partes embutidas e das partes mecânicas, contendo todas as informações necessárias para a montagem do Fornecimento no campo. Este documento (ou documentos) será considerado como único e final, válido para a montagem do Fornecimento.
- m) Manual de Manutenção - A CONTRATADA deverá preparar e fornecer um Manual de Manutenção que descreva completamente todos os aspectos de manutenção preventiva e corretiva.
- n) Manual para Comissionamento – A CONTRATADA deverá preparar e fornecer para análise um Manual para o Comissionamento, contendo os procedimentos do Plano de Comissionamento, métodos e prazos previstos.
- o) Manual de Operação - A CONTRATADA deverá preparar e submeter um Manual de Operação, que poderá ser integrado ao manual de manutenção.
- p) *Data Book* - Caderno de ocorrências durante a fabricação, montagem e ensaios de cada equipamento, com todos os seus detalhes, principalmente relatórios de ensaios em fábrica e respectivos *data sheet*.

2.2.2.16 Embalagem e Transporte

O transporte incluindo os custos de seguros, de todos os equipamentos e materiais da fábrica da CONTRATADA até o local da obra, e entrega posto obra (sobre caminhão) será providenciado pela CONTRATADA, através de empresas transportadoras contratadas, ficando a seu cargo e sob sua responsabilidade a embalagem e acondicionamento das peças.

Será transferida à empreiteira de montagem a responsabilidade pela descarga, guarda em local adequado e movimentação no canteiro de obras dos equipamentos e materiais objetos deste fornecimento.

2.3 Equipamentos, Materiais e Serviços Excluídos do Fornecimento

Os equipamentos, materiais e serviços seguintes estão excluídos do fornecimento:

- a) Serviços de forma e concretagem em geral, incluindo *grouting* execução de fundações para os equipamentos, e ancoragem e tubulações embutidas no concreto primário;
- b) Serviços de montagem no campo e instalação de todo o equipamento. Estes serviços serão, no entanto, executados sob supervisão da CONTRATADA, através de seus supervisores no campo;
- c) Fornecimento de energia elétrica (inclusive para o comissionamento) e água;
- d) Iluminação durante a montagem;
- e) Dispositivos e Instrumentação para comissionamento no campo, que serão apenas emprestados pela CONTRATADA durante a realização destes testes;
- f) As moto bombas de drenagem da casa de força e as correspondentes tubulações;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- g) Os tele-indicadores da instrumentação salvo especificado;
- h) A limpeza e testes na obra das tubulações;
- i) Painéis de controle e comando locais salvo especificado;
- j) Obtenção de quaisquer licenças ou autorizações inclusive as necessárias para a realização de testes de comissionamento dos equipamentos;
- k) Sistema de freio da unidade geradora;
- l) Volante de Inércia da unidade geradora;
- m) Peças fixas, tubulações e eletrodutos de primeiro estágio;
- n) Acabamentos metálicos, tais como escadas, passadiços, corrimãos, tampas de ranhuras e canaletas, etc;
- o) Acabamentos arquitetônicos, tais como janelas, portas, portões, louças e metais para cozinhas e sanitários, móveis e utensílios, etc;
- p) Outros itens não expressamente relacionados no escopo do fornecimento desta proposta.

3 . VALORES NOMINAIS E CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

3.1 Condições de Operação das Turbinas

3.1.1 UHE Salgado I

Queda	Níveis de Água (m)		Queda Bruta (m)	Queda Líquida (m)	Potência das Turbinas (kW)
	Montante	Jusante			
De Projeto	380,25	310,25	70	67,9	3093 6185 9278
Nominal / de Referência	380,25	310,25	70	67,9	3093 6185 9278
Máxima Operativa	380,25	307,35	72,89	70,7	3093 6185 9278
Mínima Operativa	380,25	310,25	70	67,9	1546 3093 4639



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

3.1.2 UHE Salgado II

Queda	Níveis de Água (m)		Queda Bruta (m)	Queda Líquida (m)	Potência da Turbina (kW)
	Montante	Jusante			
De Projeto	309,23	243,1	66,13	64,15	3093 5670 8763
Nominal / de Referência	309,23	243,1	66,13	64,15	3093 5670 8763
Máxima Operativa	309,23	241,6	67,63	65,60	3093 5670 8763
Mínima Operativa	311,44	250,9	60,54	58,72	1546 2835 4382

3.2 Quedas

- Quedas Líquidas : Para a determinação das quedas líquidas a CONTRATADA deverá adotar a perda de carga no circuito hidráulico:
 - ΔH Salgado I = 3 %
 - ΔH Salgado II = 3 %
- Queda de Referência : Queda para a qual a turbina, com abertura total do distribuidor, fornece a potência máxima do gerador.
- Queda de Projeto : É aquela para a qual o rendimento da turbina é o máximo. A queda de projeto é dimensionada como a queda mais freqüente, ou seja, a moda da distribuição de quedas da usina, obtida da simulação da operação desta para o histórico de vazões conhecido.
- Queda Máxima Operativa : É obtida pela diferença entre o nível máximo normal de operação do reservatório e o nível do canal de fuga com uma unidade operando a plena carga, sem vertimento, subtraídas as perdas hidráulicas do circuito de geração.
- Queda Mínima Operativa : É a menor queda entre a obtida pela diferença entre o nível mínimo de montante e o nível do canal de fuga (sem vertimento, com todas as unidades operando com abertura total do distribuidor e subtraídas as perdas hidráulicas do circuito de geração), e a obtida pela diferença entre o nível máximo do reservatório e o nível do canal de fuga para a cheia de projeto do vertedouro menos as perdas hidráulicas do circuito de geração, admitindo todas as unidades operando a plena carga.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

3.3 Rotação da Turbina

A rotação nominal da turbina deverá ser fixada pela CONTRATADA, sendo que nos estudos preliminares a rotação adotada foi igual a:

Salgado I

- 3.093 kW – 720 rpm
- 6.185 kW – 514,29 rpm
- 9.278 kW – 400 rpm

Salgado II

- 3.093 kW – 720 rpm
- 5.670 kW – 514,29 rpm
- 8.763 kW – 400 rpm
- e o sentido de rotação anti horário visto do gerador.

3.4 Cota de Implantação

Nos desenhos preliminares a cota da linha de centro do distribuidor foi definida igual a:

Salgado I

- cota 307,00 m.a.n.m.

Salgado II

- cota 241,20 m.a.n.m.

3.5 Campo de Operação

A turbina deverá ser projetada para operar continuamente desde a queda líquida máxima até a queda líquida mínima. Deverá fornecer a potência nominal no eixo da turbina sob a queda líquida de referência, ficando limitada nesta potência para quedas superiores, até a queda líquida máxima.

Para as condições acima a turbina deverá operar continuamente entre a abertura correspondente a 100% da potência para a queda considerada e a abertura correspondente a 50 % da potência para a queda considerada.

A turbina poderá ainda operar até os limites de potência máxima e mínima, observados os limites de tempo de funcionamento com base no "IEC" – Cavitation pitting evaluation in hydraulics turbines, storage pumps and pump turbines, IEC – publication 609, última edição. A operação das turbinas deverá seguir os requisitos do norma IEC 545 - Guide for Commissioning, Operation and Maintenance of Hydraulic Turbines(Edition 1976) e do Manual de Operação e Manutenção e de Comissionamento elaborado pela CONTRATADA.

O cumprimento da garantia de potência útil deverá ser comprovada por testes na turbina protótipo, com base no "IEC - International Code for Field Acceptance Test of Hydraulic Turbines", IEC - Publication 41, última edição.

3.6 Rendimento

Os valores dos rendimentos serão aqueles obtidos anteriormente, ensaiados em modelo reduzido (não está prevista a realização de ensaios exclusivos) convertidos para as condições do protótipo. A transposição dos valores correspondentes ao modelo para os valores correspondentes ao protótipo, para rendimentos e potências, deverá ser feita conforme



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

recomendações da IEC – 995/1991, Section Three – “ Scale Formula, Procedure for its Application and Loss Distribution Coefficients”.

O rendimento ponderado do protótipo, calculado com os fatores de ponderação indicados, e a partir de resultados obtidos no modelo reduzido, não deverá ser inferior ao rendimento ponderado garantido do protótipo, conforme item “Garantias de Rendimento” destas especificações técnicas .

3.7 Cavitação

O desgaste por cavitação, dentro do período de 8.000 horas de operação efetiva a partir da entrada em operação comercial da unidade, dentro das faixas especificadas abaixo não deverá exceder os limites estabelecidos a seguir:

- uma perda total de material no rotor e no tubo de sucção devido a cavitação, de acordo com a Publicação IEC 609 de 1978, no período de 8.000 horas de operação no prazo de garantia mas não ultrapassando dois anos após o comissionamento da turbina, para o rotor correspondente a 2,5 kg;
- uma profundidade máxima de 4 mm, considerando-se uma área de 28 cm² ou maior, e a profundidade de 6 mm para áreas menores. O desgaste das superfícies devido a abrasão por material em suspensão na água e possíveis defeitos de fundição não serão considerados como danos devido à cavitação;
- não serão consideradas como superfícies afetadas pela cavitação aquelas que tenham uma diferença de pico a vale na altura menor que 0,5 mm;
- a remoção do material por abrasão ou por corrosão devido a ação química ou eletroquímica ou por cavitação resultante de tais danos (erosão ou corrosão) não estarão cobertas por esta garantia.

O fabricante reserva-se o direito de efetuar, durante o período de garantia, inspeções no rotor, executando as correções necessárias.

A garantia deverá estar baseada nas seguintes premissas:

- a turbina deverá operar com a queda líquida entre 70,7 m e 67,9 m (Salgado I) e entre 64,15 m e 58,72 m (Salgado II).
- a turbina não poderá operar mais de 50 (cinquenta) horas dentro do período garantido com potências superiores às capacidades máximas ou mais de 500 (quinhentas) horas com potências inferiores às capacidades mínimas;
- em nenhuma circunstância, a turbina poderá ser operada com potências superiores à 105% (cento e cinco) das capacidades máximas definidas;
- a elevação da linha de centro do distribuidor será 307,00 m.a.n.m. (ou menor) - Salgado I, e 241,20 m.a.n.m. (ou menor) - Salgado II, e os níveis de jusante não serão inferiores aos valores definidos anteriormente.
- a temperatura média da água será de 25 [°C] graus Celsius e a máxima temperatura da água será de 30 [°C] graus Celsius.

3.8 Velocidade de Disparo

A velocidade de disparo máxima permanente da turbina será garantida como máxima a ser atingida de forma contínua sob qualquer queda até a queda líquida máxima, com abertura qualquer do distribuidor até a máxima e, com o gerador sem carga, apenas considerando-se as perdas por ventilação e atrito. Todas as partes da turbina deverão ser projetadas e construídas para resistir, com a necessária segurança, às tensões e temperaturas resultantes de operação



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

na máxima velocidade de disparo permanente durante um período máximo de 15 (quinze) minutos.

A CONTRATADA garantirá que o valor da velocidade máxima em regime transitório que poderá ser atingida, considerando as características hidráulicas da turbina e o efeito do transitório hidráulico no circuito de adução provocado pela redução na vazão da turbina Francis durante a aceleração da unidade geradora, tendo por base ainda o efeito de inércia GD^2 estabelecido para o gerador.

3.9 Vibrações

Cuidados especiais serão tomados de forma a assegurar que a turbina, após sua montagem e acoplamento com o gerador, operará à velocidade nominal sem amplitudes de vibração além daquelas aceitáveis para uma operação contínua e normal. Mesmo em sobrevelocidade, incluindo a velocidade de disparo, as amplitudes de vibração indicadas por vibrômetros, não inclusos no fornecimento, não deverão ser excessivas de natureza perigosa.

Os valores considerados seguros pela CONTRATADA serão apresentados por ocasião do projeto. Como referência a CONTRATADA deverá considerar os valores indicados na norma VDI 2056.

Não está previsto o fornecimento de um sistema de monitoração de vibração.

A CONTRATADA é responsável em alertar para o possível aparecimento de frequência mecânica de excitação em qualquer das partes componentes da turbina em velocidade nominal, devendo indicar essa frequência de forma a permitir o dimensionamento das fundações da Casa de Máquinas, evitando a ocorrência de frequência de ressonância.

3.10 Regulação

3.10.1 Sobrevelocidade, Sobrepressão e Subpressão

O tempo de fechamento do distribuidor deverá ser ajustado durante o comissionamento e a CONTRATADA deverá estabelecer a lei e o intervalo mínimo de tempo para fechamento das palhetas diretrizes de forma que, após uma rejeição de carga sob qualquer das quedas e níveis de água a jusante especificados, incluindo a rejeição da carga relativa à máxima abertura do distribuidor na queda líquida máxima, os valores seguintes não sejam excedidos:

- a) A velocidade máxima da unidade geradora no regime transitório, não deverá ser superior a 150 % (cento e cinquenta por cento) da velocidade nominal da unidade, tendo por base o efeito de inércia GD^2 definido como mínimo para o conjunto volante/gerador.
- b) A pressão máxima na seção final inferior do conduto forçado não deverá exceder a uma sobre pressão de 50% (cinquenta por cento) da máxima altura estática correspondente à diferença entre o nível de água a montante e a linha de centro da unidade.

3.10.2 Proteção

Em caso de falha do sistema de regulação que resulte em aumento da velocidade, a Unidade Geradora será protegida pelos dispositivos de proteção contra sobre velocidade que deverão atuar em 2 (dois) estágios. No primeiro estágio a 155% (cento e cinquenta e cinco por cento) da rotação nominal será acionado o dispositivo de sobre velocidade do regulador digital. No segundo estágio, a 160% (cento e sessenta por cento) da rotação nominal será acionado o dispositivo independente de sobre velocidade, e comandado o fechamento da válvula borboleta.

A turbina deverá resistir de maneira segura às sobre velocidades resultantes, sob qualquer queda prevista, sem que haja qualquer avaria ou aquecimento excessivo dos mancais, e sem que seja necessário efetuar qualquer inspeção da unidade antes de recolocá-la em operação.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

4 . ESPECIFICAÇÕES DETALHADAS DO EQUIPAMENTO

4.1 Cone do Tubo de Sucção

4.1.1 Geral

O Cone do Tubo de Sucção será construído em aço carbono soldado, parcialmente embutido no concreto.

Será fornecido o projeto do cone e sua inclinação para a descarga, levando em conta as melhores características de desempenho. Os desenhos deverão mostrar o contorno hidráulico representando as seções, deixando os detalhes de construção civil a cargo da CONTRATANTE.

A CONTRATADA deverá, porém, fornecer as cargas atuantes nas piores condições.

O cone será reforçado na parte externa e serão previstos meios adequados para ancoragem segura ao concreto da estrutura da Casa de Força, de forma a resistir à pressão da água, causada por infiltração entre o revestimento e o concreto com a unidade vazia. O revestimento do tubo de sucção terá uma espessura de no mínimo 8 mm.

4.2 Pré-Distribuidor

4.2.1 Projeto e Fabricação

O pré-distribuidor será fabricado em chapas de aço soldadas.

Especial atenção será dada ao projeto das palhetas do pré-distribuidor, de modo que, a frequência natural de flexão de qualquer palheta, quando submersas na água, seja maior que a frequência de excitação das vórtices induzidas por descolamento do fluxo no bordo de entrada ou de saída das palhetas.

4.3 Caixa Espiral e Interligação com a Válvula Borboleta

4.3.1 Projeto e Fabricação

A caixa espiral e a seção de interligação com o conduto forçado serão fabricadas em chapas de aço soldadas e serão projetadas, de forma a resistir à pressão interna máxima correspondente a 150 % da pressão interna máxima de operação.

O projeto e fabricação deverão estar de acordo com a última edição do "ASME Boiler and Pressure Vessel Code – Section VIII", incluindo os valores de eficiência das juntas recomendadas para o tipo de inspeção e material empregados, e as recomendações para alívio de tensões, onde requerido.

A caixa espiral será fornecida inteiriça para a obra, não sendo previsto sua soldagem em campo.

As soldas circunferências e longitudinais serão testadas 100% por ultra-som na fábrica e/ou na obra, com presença constante do inspetor.

A caixa espiral, com o pré-distribuidor, será testada conforme o estabelecido no Plano de Inspeção e Testes da CONTRATADA.

4.3.2 Conduto de Interligação com a Válvula Borboleta

A interligação da caixa espiral com a válvula borboleta será incluída no fornecimento da turbina, conforme indicado nos desenhos de contrato.

4.3.3 Porta de Inspeção

A caixa espiral, ou o trecho de interligação, será equipada com uma porta de inspeção com seção circular com área mínima de 0,196 m² (diâmetro 500 mm).

Será incluída no fornecimento, uma válvula para a "tomada de prova" e uma tomada com respectivo manômetro.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

A porta será projetada para manter o contorno hidráulico interno.

4.3.4 Suportes Internos para Transporte, Montagem e Concretagem

Se necessário deverão ser fornecidos suportes internos para evitar distorções das seções da caixa espiral durante a montagem e concretagem; poderá haver reaproveitamento dos suportes.

4.3.5 Suportes Externos

Deverão ser fornecidos todos os suportes, cunhas, e tirantes e necessários para apoiar, facilitar o nivelamento e assegurar o posicionamento lateral e vertical da caixa espiral durante a montagem.

4.3.6 Eletrodos de Solda

Serão fornecidos os eletrodos de solda, de qualidade aprovada, para a execução de todas as soldas na obra, em quantidade suficiente, considerando um excesso de 10% (dez por cento) para perdas. Os eletrodos serão embalados em recipientes adequados, devidamente identificados com o tipo e dimensão característica.

4.3.7 Tomadas Piezométricas

A CONTRATADA deverá incluir no fornecimento 4 (quatro) tomadas piezométricas a serem instaladas no trecho de interligação da válvula com a caixa espiral para determinação da pressão líquida na entrada da turbina.

Serão fornecidos os seguintes instrumentos:

- 1 transdutor de pressão;
- 1 manômetro para leitura local;

4.4 Válvulas Borboleta

4.4.1 Generalidades

Para cada turbina deverá ser fornecida uma válvula tipo borboleta instalada na seção de entrada da caixa espiral, com diâmetro interno em princípio igual a:

Salgado I

- Máquina 3.093 kW – diâmetro – 1.000 mm
- Máquina 6.185 kW – diâmetro – 1.600 mm
- Máquina 9.278 kW – diâmetro – 1.950 mm

Salgado II

- Máquina 3.093 kW – diâmetro – 1.000 mm
- Máquina 5.670 kW – diâmetro – 1.600 mm
- Máquina 8.763 kW – diâmetro – 1.950 mm

A válvula terá a função de atuar como órgão de fechamento, tanto em condições normais para possibilitar o esvaziamento da turbina, quanto em condições de emergência, em caso de falha no sistema de regulação de velocidade.

Cada válvula borboleta deverá ser acionada, na sua abertura por um ou dois servomotores operados por óleo sob pressão proveniente do sistema de regulação de velocidade e, no seu fechamento por um ou dois contrapesos.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

O(s) servomotor(es) controlará(ão) a velocidade do movimento de fechamento realizado pela atuação do(s) contrapeso(s) sob quaisquer condições de escoamento possíveis, considerando-se as bombas de óleo do sistema de regulação de velocidade inoperantes.

O tempo de fechamento da válvula borboleta deverá ser determinado de modo a assegurar que a pressão máxima, não ultrapasse a pressão definida como de projeto, pelos estudos de regime transitório.

4.4.2 Acoplamento

A extremidade de montante da válvula será acoplada ao conduto forçado através de um flange sobreposto aparafusado, sendo este ligado ao conduto forçado através de solda de montagem na Obra, incluído no fornecimento. A extremidade de jusante deverá ser unida a uma junta de montagem, incluída no fornecimento, também através de um flange do tipo sobreposto aparafusado. Esta junta de montagem fará parte de um trecho de ligação que se estenderá desde o flange de jusante da válvula até a entrada da caixa espiral, onde será soldado.

4.4.3 Instalação

A válvula borboleta e seu(s) servomotor(es) será(ão) assentado(s) sobre base(s) de concreto, e A CONTRATADA deverá fornecer as chapas, chumbadores e demais dispositivos necessários para posicionar e fixar a válvula e os servomotores sobre estas bases.

As uniões flangeadas da válvula borboleta deverão possibilitar a montagem, a desmontagem e a remoção da válvula, mesmo após a montagem final da caixa espiral e conduto forçado adutor.

A junta de montagem entre a válvula borboleta e a caixa espiral deverá evitar que a válvula borboleta transmita esforços axiais (na direção do fluxo) à caixa espiral. Os esforços axiais deverão ser absorvidos pelo conduto forçado adutor a montante da válvula.

O equipamento deverá ser fornecido completo com todas as válvulas, tubulações de óleo, cablagens até uma régua de bornes junto ao equipamento, comandos, instrumentos de supervisão e sinalização das posições do obturador e do *by-pass*.

No projeto do arranjo da válvula A CONTRATADA deverá considerar a movimentação da válvula borboleta pela ponte rolante da Casa de Força.

4.4.4 Acionamento

A abertura poderá ser feita com um ou dois servomotores hidráulicos, a critério da CONTRATADA, alimentados pelo sistema de pressão do regulador de velocidade da turbina.

A atuação será através de válvulas solenóides, que poderão ser telecomandadas a partir do sistema digital da Usina ou ainda, manualmente, agindo localmente nas mesmas. Após o comando elétrico de abertura da válvula, deverá entrar automaticamente a seqüência de abertura da válvula *by-pass* para equilíbrio de pressão, após o que se dará a abertura da válvula borboleta.

O fechamento deverá ter amortecimento na fase final e será feito por ação dos contrapesos, através da atuação de válvula solenóide comandada:

- Automaticamente pelo dispositivo de sobrevelocidade;
- Automaticamente pelo pressostato que controla a pressão mínima do óleo no regulador;
- Através de comando de parada de emergência hidráulica do grupo.

Não está previsto o fechamento da válvula borboleta em operação de parada normal, da unidade geradora.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

4.4.5 Corpo

O corpo da válvula poderá ser do tipo longo bi-partido longitudinalmente ou inteiriço, fundida ou em construção soldada de chapas de aço laminadas, com flange do tipo sobreposto para conexão com o flange do conduto forçado a montante e com flange da junta de montagem a jusante por meio de parafusos e porcas. Os suportes dos mancais do obturador serão constituídos de blocos de aço fundido integrados a estrutura do corpo. O corpo da válvula deverá ter dois apoios e fixação a estrutura do concreto.

4.4.6 Obturador

O obturador deverá ser do tipo lentilha, assegurando características hidráulicas favoráveis de baixa turbulência e perda de carga, em construção soldada de chapas de aço e munhões com eixos desmontáveis em aço laminado ou fundido. A região de apoio nos mancais deverá possuir superfície em aço inoxidável, sendo esta retificada. A vedação será de borracha sintética e fixada por meio de parafusos e cobre juntas reguláveis, sendo os parafusos em aço inoxidável.

4.4.7 Sedes

As sedes serão compostas por um par metal/borracha. Sendo que a sede metálica será fixa no corpo em aço inoxidável.

4.4.8 Vedação

A vedação será em forma de anel, fabricada em borracha sintética ou nitrílica (Buna-N). Para se obter uma vedação eficaz, a vedação deverá ser expansível através de parafusos de aperto contra a sua sede. Deverá ser possível a substituição sem que seja necessário desmontar o obturador da válvula.

4.4.9 Munhões

Os munhões deverão ser em aço fundido ou laminado, deverão ser parafusados ou soldados ao obturador, ou fundidos conjuntamente. Deverão apoiar-se em mancais de deslizamento equipados com buchas auto-lubrificantes. Deverá ser fornecido, adicionalmente, um mancal de escora alojado no corpo da válvula. Na região de contato com as buchas auto-lubrificantes deverá possuir superfícies em aço inoxidável.

Os munhões deverão receber vedação constituída por anéis "O-Ring" apoiados em suportes de bronze, de maneira tal que a substituição dos anéis possa ser feita sem se desmontar o obturador.

4.4.10 Junta de Desmontagem e Virola de Ajuste

Deverá ser fornecida a peça de ligação a jusante da válvula borboleta, e que servirá de junta de desmontagem. Deverão ser fornecidos todos os parafusos de acoplamento do flange de montante e virola de ajuste a montante para soldagem ao conduto forçado.

4.4.11 Servomotor

O servomotor será de simples efeito, com o cilindro e os tampos fabricados em aço. A haste deverá ser fabricada em aço forjado.

O servomotor será previsto com meios para limitar o tempo de fechamento, em caso de ruptura da tubulação de pressão entre o servomotor e a unidade hidráulica.

Fica a critério da CONTRATADA instalar um ou dois servomotores por válvula borboleta.

4.4.12 Contrapesos

Serão instalados um ou dois contrapesos por válvula borboleta, a critério da CONTRATADA, podendo ser fabricados em chapa de aço soldadas ou em peça única em ferro fundido.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

4.4.13 *By-pass*

Deverá ser fornecida uma tubulação *by-pass* com diâmetro mínimo de 100 mm para enchimento da caixa espiral antes da abertura da válvula borboleta, sendo esta responsável pelo equilíbrio de pressões em ambos os lados da válvula borboleta. A CONTRATADA deverá dimensionar o *by-pass* considerando um desequilíbrio máximo de pressões da ordem de 20% da máxima altura manométrica estática no conduto forçado.

O *by-pass* deverá possuir uma válvula de enchimento tipo agulha acionada hidráulicamente por óleo através da central hidráulica do regulador da turbina e uma válvula gaveta de proteção com acionamento manual a montante. Os assentos das válvulas serão em aço inoxidável. Devem ser previstos apoios para minimizar vibrações durante o funcionamento.

As posições aberta e fechada da válvula automática serão detectadas por contatos fim-de-curso e monitoradas pela Central de Comando da usina.

Deverá ser prevista uma válvula de acionamento manual, a jusante da válvula borboleta, para aeração durante o esvaziamento da caixa espiral.

4.4.14 *Dispositivos de Controle e Supervisão*

A CONTRATADA deverá fornecer as quantidades listadas abaixo de dispositivos de controle e supervisão. A seu critério, A CONTRATADA poderá sugerir outros dispositivos, justificando e assegurando que os dispositivos fornecidos serão suficientes para a operação segura da unidade, no modo automatizado.

- duas chaves de posição com contatos para as posições de “válvula borboleta aberta” e “válvula borboleta fechada”;
- duas chaves de posição com contatos para as posições de “válvula *by-pass* aberta” e “válvula *by-pass* fechada”
- um pressostato diferencial com contatos para bloqueio da abertura da válvula borboleta quando as pressões a montante e a jusante da válvula forem significativamente diferentes.
- um pressostato, para o conduto forçado cheio.

4.4.15 *Vazamentos*

O máximo vazamento admissível na válvula borboleta será de 0,5 l/min, sob quaisquer níveis d'água no reservatório a montante, estando a caixa espiral da turbina vazia.

4.4.16 *Travas*

Em casos de paradas prolongadas, uma trava mecânica acionada manualmente deverá manter a válvula na posição fechada total deverá possuir chaves fins de curso, com intertravamento elétrico que impeça energizar a válvula solenóide de abertura.

4.4.17 *Ancoragens e Chumbadores*

Todas as ancoragens e chumbadores de 2ª concretagem, necessários à fixação e transmissão de esforços da válvula borboleta, servomotor e contrapeso deverão ser fornecidos.

4.4.18 *Quadros de Terminais*

Para cada válvula borboleta deverá ser fornecido um quadro de terminais, com a finalidade de se agrupar a fiação proveniente das chaves de pressão, chaves fins de curso e demais dispositivos de proteção e supervisão instalados, para interconexão com os quadros de controle fornecidos por terceiros.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Toda a fiação entre os dispositivos e o quadro de terminais da válvula borboleta deverá ser instalada em eletrodutos metálicos rígidos ou flexíveis, conforme necessário e incluídos no fornecimento.

4.5 Sistema de Medição de Vazão Turbinada

Esta incluído no fornecimento um sistema de medição da vazão turbinada por turbina, preferencialmente do tipo ultra sônico, a ser instalado nos condutos forçados, a montante de cada turbina, em local a ser definido pela CONTRATADA da turbina, em comum acordo com A CONTRATADA do conduto forçado.

4.6 Tampa

4.6.1 Geral

A tampa será fabricada em uma única peça e terá rigidez suficiente para suportar os esforços aplicados sobre a mesma nas condições normais e excepcionais de operação da turbina.

4.6.2 Projeto e Fabricação

A tampa será soldada, a partir de chapas de aço ou uma combinação de peças fundidas e chapas de aço.

O projeto da tampa bem como o arranjo do equipamento nela montado deverá ter acesso para inspeção ou manutenção dos elementos, tais como a caixa de vedação, os mancais das palhetas diretrizes e os mancais, combinado e de guia.

4.6.3 Mancais e Vedações dos Munhões das Palhetas Diretrizes

Os mancais e as vedações dos munhões das palhetas diretrizes serão acessíveis para inspeção além de permitir a desmontagem e troca de buchas sem que seja necessária a remoção da tampa de montante.

Os mancais serão providos com buchas autolubrificantes.

4.6.4 Guias e Suportes do Anel de Regulação

Serão previstas guias e suportes para o anel de regulação, prevendo as superfícies de deslizamento por placas autolubrificantes ou esferas.

4.6.5 Conexões

Deverá ser prevista a instalação de uma tomada piezométrica adequadamente locada na tampa, para utilização durante os testes.

4.7 Anéis de Desgaste Estacionários

Serão fornecidos anéis de desgaste substituíveis de aço cromo-níquel, um no cubo e outro na coroa do rotor, nos labirintos formados entre as partes rotativa e estacionária.

As folgas radiais entre os anéis de desgaste rotativos e estacionários serão tão pequenas quanto possível e compatíveis com uma operação segura, com as folgas requeridas nos mancais de guia e com as deflexões máximas da linha de eixo nas várias condições operativas.

4.8 Palhetas Diretrizes

4.8.1 Geral

As palhetas diretrizes serão fabricadas inteiramente em aço carbono fundido ou mecano-soldadas, com arestas na região de contato e nas faces superiores e inferiores revestidas de aço inoxidável ou inteiramente em aço inoxidável fundido.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

O número de palhetas diretrizes e de pás fixas do pré-distribuidor, bem como o número de pás do rotor, serão definidas, de modo a assegurar que a turbina opere sem vibrações prejudiciais em quaisquer condições.

4.8.2 Projeto e Fabricação

As superfícies de contato entre palhetas fechadas assim como as folgas entre as palhetas, a tampa de montante e a saída do distribuidor deverão ser tais que a CONTRATADA possa garantir que sob a queda bruta máxima o vazamento pelo distribuidor não exceda ao valor garantido.

Cada palheta diretriz será usinada de maneira precisa de forma a manter as folgas dentro das tolerâncias requeridas e de modo a assegurar a sua intercambiabilidade com qualquer outra palheta, inclusive as que serão fornecidas como sobressalentes.

4.9 Mecanismo de Acionamento das Palhetas Diretrizes

4.9.1 Projeto e Fabricação

O mecanismo de acionamento será projetado de modo a apresentar rigidez adequada em todas as condições de operação e permitir eventuais ajustes e substituições de suas peças sem necessidade de desmontagem das partes importantes da turbina.

O mecanismo de acionamento terá capacidade e arranjo tais que possibilitem o movimento simultâneo de todas as palhetas diretrizes, de sua posição totalmente fechada até a posição totalmente aberta ou vice-versa de modo a atender aos requisitos de regulação dentro dos tempos previstos no projeto.

Deverão ser previstos batentes adequados para limitar as máximas posições de abertura e fechamento de cada palheta diretriz.

Serão previstos meios adequados para o ajuste individual de cada palheta diretriz, a fim de se assegurar:

- a) Folga mínima adequada entre as superfícies de vedação das palhetas quando estiverem em posição fechada;
- b) Aberturas simultâneas.

Deverá ser prevista também uma margem extra de ajuste disponível para compensar desgastes.

4.9.2 Dispositivo de Segurança

Deverá ser previsto um sistema de segurança das palhetas diretrizes ou provido de um pino de ruptura ao cisalhamento, ou outro dispositivo de segurança, com a função de proteger o distribuidor da turbina, quando forças excessivas devidas ao bloqueio de uma ou mais palhetas diretrizes, atuarem impedindo o fechamento.

4.9.3 Dispositivos de Supervisão

Deverão ser instalados os seguintes dispositivos de supervisão:

- a) Indicador de abertura do distribuidor, instalado no anel de regulação ou no servomotor, com um ponteiro e escala graduada em milímetros, a serem calibrados no campo;
- b) uma chave de posição para cada palheta, para detecção de bloqueio de uma palheta, com dois contatos eletricamente independentes;
- c) Deverão também ser previstas chaves fim de curso da posição das palhetas diretrizes, ajustáveis, com contatos eletricamente independentes, com as seguintes chaves de posição: distribuidor fechado, menor e maior que a velocidade nominal à vazio;
- d) um transmissor de posição do distribuidor com saída 4-20 mA.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

4.10 Anel de Regulação

O anel de regulação das palhetas será feito de chapas de aço soldadas e será dimensionado para distribuição das forças e movimento(s) do(s) servomotor(es) para todas as palhetas diretrizes simultaneamente. Terá resistência suficiente para não permitir deflexões excessivas da estrutura e dos componentes.

O anel de regulação será conectado diretamente ao servomotor.

4.11 Servomotores das Palhetas Diretrizes

4.11.1 Geral

A turbina será dotada de um servomotor hidráulico de dupla ação operado à óleo sob pressão para acionamento do distribuidor.

Será projetado um sobre-curso na direção do fechamento para tensionar ligeiramente o distribuidor quando em posição fechada.

O servomotor terá condição de operar o distribuidor sob a máxima queda especificada com a mínima pressão operacional do sistema de regulação.

O cilindro será usinado e provido de flanges para conexão da tubulação de óleo e de vedações adequadas para impedir o vazamento do óleo ao longo da haste do pistão.

O pistão do servomotor será de aço forjado ou de construção mecano-soldada, e dotado de um número de anéis e de juntas de formatos apropriados, de modo a proporcionarem um contato firme e pressão uniforme às paredes do cilindro e a evitar vazamento de óleo.

O cabeçote da biela do servomotor será apoiado sobre arruela na ligação com o garfo do servomotor e com anel de regulagem de maneira a proporcionar um apoio correto da haste na bucha do servomotor.

A haste do pistão será de aço forjado tratado com revestimento de aço inoxidável de espessura não inferior a 0,2 mm ou com revestimento de cromo duro de espessura não inferior à 0,05 mm..

Serão providas aberturas e válvulas de drenagem, adequadas com as respectivas tubulações e serão providos também registros para purgar o ar em cada extremidade do cilindro.

O sistema de regulação será projetado para operar o distribuidor segundo uma lei de fechamento e assim permitir um controle apropriado para as rejeições de carga.

4.11.2 Ajuste do Tempo de Abertura/Fechamento

O servomotor será equipado com dispositivo que permita o ajuste dos tempos de abertura e de fechamento das palhetas diretrizes, considerando o ajuste do tempo no regulador e através do controle da vazão de óleo, podendo ser considerada a alternativa placas de orifício. O ajuste final de tais dispositivos será feito durante os testes de campo.

4.11.3 Dispositivos de Travamento Manual

Para manter as palhetas diretrizes na posição "totalmente aberta" durante períodos de manutenção, será previsto um dispositivo de travamento do tipo mecânico de aplicação manual, instalado diretamente no servomotor ou no anel de regulação.

4.11.4 Conexões e Acessórios

Será fornecida toda a tubulação entre o servomotor e o atuador do regulador.

4.11.5 Dispositivos de Supervisão

Serão previstos os seguintes dispositivos de supervisão:

- duas chaves fim de curso para as travas;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- dois chaves de fim de curso para indicação de marcha em vazio;
- dois fins de curso para indicação do servomotor nas posições totalmente fechada e totalmente aberta.

4.12 Rotor Francis

4.12.1 Geral

O rotor deverá ser do tipo Francis, com rotação no sentido anti-horário quando visto da turbina para o gerador, devendo ser despachado para a montagem no campo completamente usinado, acabado e balanceado.

4.12.2 Projeto e Fabricação

O rotor será fabricado em construção soldada de aço carbono com revestimento localizado em aço inoxidável, ou totalmente de aço inoxidável. Deverá receber tratamentos térmicos e ensaios não destrutivos adequados.

O rotor será projetado para resistir de maneira segura aos esforços decorrentes da operação normal em qualquer condição de queda e abertura do distribuidor e também aos esforços decorrentes da velocidade de disparo transitória ou permanente sob queda máxima com as palhetas diretrizes totalmente abertas e sem carga no gerador.

O rotor será balanceado estaticamente, na fábrica, após completado o trabalho de usinagem.

4.12.3 Acoplamento do Eixo Principal

O rotor e o eixo não serão necessariamente pré-montados na fábrica.

O rotor será projetado para ser fixado por parafusos no flange do eixo da unidade.

Os furos dos parafusos para esta conexão flangeada serão ajustados na fábrica separadamente no eixo e no rotor por meio de gabaritos de alta precisão. As porcas e parafusos de acoplamento do rotor serão de aço especial.

4.13 Eixo

4.13.1 Geral

A turbina e o gerador terão cada um o seu eixo, fornecidos pelos respectivos CONTRATADOS, interligados caso se mostre necessário, através de um volante de inércia, que será fornecido pela CONTRATADA do gerador.

4.13.2 Projeto e Fabricação

O eixo constituirá de uma peça forjada, ou fabricada a partir de peças forjadas ou ainda em chapas calandradas de aço carbono ou de aço liga, soldadas e submetidas a tratamento térmico apropriado. As extremidades do eixo terão flanges forjados integralmente e serão acoplados em suas extremidades, respectivamente aos rotores da turbina e do gerador ou ao volante de inércia.

Antes da usinagem final, o eixo será inspecionado por ultra-som ou outro método de ensaio não destrutivo e as juntas soldadas serão 100% (cem por cento) inspecionadas a ultrasom

O eixo principal será usinado com precisão ao longo das áreas próximas aos mancais. Cantos vivos onde possam ocorrer concentrações de tensões serão evitados. A superfície de assentamento do mancal de guia será polida.

Todos os cálculos relativos ao eixo, principalmente os relativos à estabilidade da linha de eixo da unidade geradora, serão elaborados pela CONTRATADA da turbina. A CONTRATADA do Gerador ficará responsável pela verificação dos cálculos.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

4.13.3 Estabilidade da Linha de Eixo e Velocidades Críticas

A análise da velocidade crítica levará em consideração todas as massas girantes da turbina e do gerador, a elasticidade dos mancais incluindo filme de óleo, a elasticidade de suas estruturas de suporte, a elasticidade do rotor do gerador, o empuxo magnético não balanceado, o desbalanceamento mecânico residual dos rotores da turbina e do gerador e as forças radiais e momentos torçores pulsantes que atuem no rotor da turbina.

4.13.4 Comprimento do Eixo

O eixo terá comprimento apropriado para permitir o acoplamento com o volante de inércia.

4.13.5 Acoplamentos

Os projetos dos acoplamentos do eixo principal deverão ser de responsabilidade da CONTRATADA e estar de acordo com a Norma ANSI/IEEE Std 810-1987 Standard for Hydraulic Turbine and Generator Integrally Forged Shaft Couplings and Shaft Runout Tolerances . Os CONTRATADOS da turbina e do gerador, deverão colaborar entre si no que diz respeito ao projeto de seus respectivos acoplamentos.

Todos os parafusos ou tirantes e porcas para os acoplamentos, bem como as chapas de travamento serão incluídos no fornecimento da CONTRATADA da turbina.

A CONTRATADA deverá enviar ao fabricante do gerador um gabarito de furação para os furos dos tirantes de acoplamento, assim como um desenho detalhado mostrando todas as dimensões, tolerâncias e acabamentos aplicáveis.

4.13.6 Alinhamento do Eixo da Unidade

O controle dimensional do eixo principal será verificado, na fábrica da CONTRATADA, por meio de teste rotacional do eixo acabado, no próprio torno.

4.13.7 Dispositivo de Proteção Contra Sobrevelocidade

Será previsto local específico sobre o eixo, para instalação dos dispositivos de proteção contra sobrevelocidade, do tipo eletrônico, fornecido com o regulador de velocidade.

4.14 Vedação do Eixo

4.14.1 Projeto e Fabricação

A vedação do eixo deverá ser do tipo axial, com anéis de material sintético deslizando sobre uma superfície de aço inoxidável polido. Será formada por:

- a) uma vedação do eixo, do tipo deslizante, axial, com anéis em material sintético, bi-partida, operando com água de bloqueio, composta basicamente por:
 - um anel deslizante em aço inoxidável fixado ao eixo;
 - um anel de vedação em bronze fundido, bi-partido;
 - um anel postiço em várias partes, em material sintético;
 - um anel de retenção, bi-partido, em aço inoxidável;
 - carcaça e tampa em várias partes em chapa de aço soldada;
 - molas, parafusos e travas em aço inoxidável;
 - indicador mecânico do desgaste dos anéis;
- b) uma vedação de parada, com membrana inflável de borracha, anel de fixação em chapa de aço e parafusos em aço inoxidável.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

4.14.2 Dispositivos de Supervisão

Os dispositivos de supervisão deverão ter os sensores instalados em locais acessíveis para aferição periódica. As chaves de vazão, de temperatura e de pressão a serem fornecidas, deverão ser adequadas para instalação em locais sujeitos a vibrações. Deverão ser fornecidos, no mínimo, os seguintes dispositivos de supervisão:

- um chave de fluxo de água de vedação do eixo;
- um indicador local de desgaste de vedação.

4.15 Mancal da Turbina

4.15.1 Geral

O mancal de guia e de escora da turbina será do tipo autolubrificado e autorefrigerado. Será montado o mais próximo possível do rotor, sem prejudicar, o acesso direto à vedação do eixo.

4.15.2 Projeto e Fabricação

O mancal será de deslizamento (bucha), construído com a mais alta tecnologia.

A lubrificação será feita através de sistema forçado próprio.

O pedestal e a tampa (se aplicável), serão fundidos em material especial e as buchas de deslizamento em metal patente de alta durabilidade, suportando as mais variadas alterações de velocidade.

O mancal e o seu suporte deverão ser projetados com rigidez suficiente e área de apoio apropriada para distribuir adequadamente as cargas máximas normais e excepcionais que lhe forem aplicadas.

O projeto permitirá o ajuste, desmontagem e montagem das partes do mancal, sem que seja necessário desmontar outras partes da turbina.

Para remoção e instalação dos componentes do mancal serão previstos meios para instalações de olhais de levantamento e eventuais dispositivos especiais.

A superfície de deslizamento será acabada na fábrica e será provida de ranhuras necessárias a uma lubrificação eficiente.

O sistema de lubrificação será composto basicamente por:

- um tanque de óleo;
- dois conjuntos de bombas com motor CA;
- um filtro de aeração.

O sistema de lubrificação deverá ser dimensionado para funcionar com apenas uma bomba, sendo a outra acionada automaticamente no caso de parada da bomba principal.

4.15.3 Desempenho do Mancal

O mancal será capaz de operar sem avarias, sem necessidade de precauções operacionais especiais e sem necessidade de inspeção posterior, nas seguintes condições:

- Operação por 5 minutos em qualquer velocidade entre 0 e 10% da velocidade nominal;
- Operação por 20 minutos em qualquer velocidade compreendida entre 10 e 50% da velocidade nominal;
- Operação contínua em qualquer velocidade entre 50 e 110% da velocidade nominal;
- Operação em condições transitórias até a velocidade máxima em regime transitório;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Operação durante 15 minutos em velocidade máxima de disparo permanente.

Em condições normais de operação, a temperatura medida no ponto mais quente do metal do mancal, não deverá exceder a 80°C.

4.15.4 Dispositivos de Supervisão

Os dispositivos de supervisão terão os sensores instalados em locais acessíveis para aferição periódica. As chaves de vazão, de temperatura e de pressão a serem fornecidas, deverão ser adequadas para instalação em locais sujeitos a vibrações. Deverão ser fornecidos, no mínimo, os seguintes dispositivos de supervisão, para o mancal da turbina:

- um indicador local de nível do mancal;
- dois sensores de temperatura por resistência (DTR's), no metal. Um dos sensores será ligado ao Sistema de Supervisão e Controle da Usina; e o outro ligado a indicador local. O indicador deverá ser provido com, no mínimo, dois contatos, para monitoração de temperatura alta e muito alta no metal.
- um sensor de temperatura por resistência (DTR's), no óleo que será ligado ao Sistema de Supervisão e Controle da Usina. O indicador deverá ser provido com, no mínimo, dois contatos, para monitoração de temperatura alta e muito alta no óleo.
- uma chave de vazão para água de resfriamento do mancal (se aplicável).

Para o sistema de lubrificação do mancal, deverão ser fornecidos os seguintes dispositivos de supervisão:

- um indicador de nível com contato;
- um termômetro;
- um filtro de óleo;
- um manômetro com válvula de fechamento.

4.16 Volante de Inércia

Caso se mostre necessário, o volante de inércia será fornecido pela CONTRATADA do gerador. Deverá ser informado a este o GD2 necessário do conjunto gerador-volante.

A princípio o volante será constituído de um disco cilíndrico, fabricado de chapa de aço. As dimensões a serem estabelecidas serão compatíveis com o arranjo previsto para a Casa de Força, e o GD² requerido pelo conjunto girante. Deverá ser instalado entre os flanges de acoplamento da turbina e do gerador, sendo o seu peso suportado pela turbina e gerador.

4.17 Pintura

A CONTRATADA deverá enviar para conhecimento um documento contendo as especificações de limpeza e pintura de cada parte do equipamento, inclusive aquelas cujas demãos de acabamento sejam aplicadas na obra por terceiros, sob supervisão da CONTRATADA.

A CONTRATADA deverá executar a limpeza e pintura incluindo o fornecimento de tintas conforme seu padrão.

Sempre que aplicáveis serão obedecidos os Métodos Gerais de Limpeza, Pintura e Proteção das Superfícies, especificados nas Condições Técnicas Gerais do Fornecimento.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

5 . ENSAIOS EM MODELO

5.1 Geral

Não está prevista a realização de ensaios em modelo reduzido exclusivo para as turbinas. A CONTRATADA avaliará o comportamento hidráulico do conjunto com base em ensaios realizados anteriormente em turbinas similares de seu acervo.

A CONTRATADA deverá apresentar pelo menos os diagramas e gráficos abaixo discriminados:

- a) um diagrama completo de desempenho da turbina protótipo, mostrando as curvas de rendimento (curvas de colina), plotadas em relação à potência da turbina e à queda líquida em toda a faixa operacional de potências e quedas especificadas e se estendendo além desta faixa especificada, até a potência máxima considerando a abertura máxima das palhetas em cada queda.

O diagrama deverá conter curvas de vazão constante, curvas de abertura constante das palhetas diretrizes e limites superior e inferior de cavitação em relação aos níveis do canal de fuga, dentro dos quais as garantias de cavitação devem ser válidas. A operação das unidades será baseada neste diagrama. Para tal, o mesmo deverá-ter uma disposição prática e ampliada.

- b) Gráficos contendo curvas do rendimento e da vazão em função da potência no eixo da turbina protótipo, para cada queda líquida característica, com demarcação dos limites de cavitação, consideradas as condições da Usina em questão.

6 . SISTEMA DE REGULAÇÃO DE VELOCIDADE E EQUIPAMENTOS AUXILIARES

6.1 Geral

6.1.1 Objeto

Esta seção especifica os requisitos básicos, incluindo os de *hardware* e *software*, para projeto, fabricação, instalação e teste de cada sistema de regulação de velocidade e equipamentos auxiliares para as turbinas hidráulicas do tipo Francis descritas nesta Especificação Técnica.

O sistema de regulação e equipamentos auxiliares, aqui especificados, compreendem:

- Sistema Digital de Regulação;
- Dispositivos e transdutores;
- Atuador;
- Válvulas auxiliares;
- Sistema Oleodinâmico;
- Sistema de Abastecimento de Gás;
- Peças sobressalentes.

6.1.2 Operação e Controle Das Unidades Geradoras

As unidades geradoras poderão ser controladas localmente, para fins de teste/manutenção através dos quadros locais, dos reguladores de velocidade e de tensão ou remotamente (Sala de Controle), pelo Sistema de Supervisão e Controle.

Os reguladores deverão operar a válvula borboleta e respectiva válvula by pass.

O controle conjunto de carga das unidades geradoras será realizado somente na condição remota. Os comandos para controle conjunto deverá ser processado no Sistema Digital de Supervisão e Controle.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

6.1.3 Do Sistema de Regulação

- a) Modo Manual - No modo manual o distribuidor deverá ser operado através do posicionador do regulador (controle de abertura do distribuidor).
- b) Modo Automático - No modo automático, o sistema digital de regulação deverá atender as seguintes operações:
 - Partida/parada da unidade e controle a vazio;
 - Operação da válvula borboleta/válvula “bypass”;
 - Sincronização automática;
 - Operação isolada;
 - Parada parcial sem rejeição;
 - Operação paralela;
 - Operação em controle superposto carga-freqüência;
 - Operação do limitador eletrônico de abertura;
 - Operação em controle conjunto;
- c) Transferência - A comutação manual-automático ou vice-versa deverá ocorrer sem oscilações de carga ou de freqüência.

6.2 Características do Projeto

Geral

O Sistema Digital de Regulação, aqui chamado de regulador, deverá ser baseado em microprocessador, através de um regulador com ação PID, atuação eletrohidráulica.

O regulador deverá ser projetado para permitir interface com o Sistema Digital de Supervisão de Controle da Usina.

O sistema digital de regulação deverá ser alimentado pelas fontes disponíveis na Usina.

O regulador de velocidade deverá estar de acordo com as seguintes normas:

- Solicitações mecânicas:..... IEC 68
- Solicitações elétricas: IEC 255 e IEC 801
- Funcional: IEC 308

O regulador deverá ter as seguintes características gerais:

- a) Ação PID
 - ganho proporcional (em pu/pu)..... 0 - 20
 - ganho integral (em s) 0 - 10
 - ganho derivativo (em s)..... 0 - 5
- b) Atuação Eletrohidráulica
 - Faixa dinâmica (em rad/s)..... 0 - 60
 - Coeficiente de ressonância..... 1,25
- c) Realimentação
 - Estatismo permanente de potência(em %)..... 0 - 10



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Estatismo temporário de posição(em %) 0 - 200
- d) Comutação de Estatismo
 - De operação paralela para operação em carga isolada e vice-versa;
 - De operação controle conjunto para controle individual e vice-versa;
 - De operação de partida para operação de sincronização da unidade.

Faixa de Variação de Frequência do Sistema de Potência

A frequência do sistema de potência poderá variar entre os limites de 59,5 Hz a 60,5 Hz.

Faixa de Controle

O regulador deverá controlar a turbina, sem oscilações de velocidade, entre qualquer velocidade na faixa de 90% a 105% da velocidade nominal.

Faixa Morta de Velocidade (Speed Dead Band) - (iq)

A largura da faixa morta de velocidade não deverá exceder a 0,010% de velocidade nominal.

Erro de Velocidade

O erro de velocidade, em regime permanente, não deverá exceder 0,01% da velocidade de referência.

Erro de Potência

O erro de potência, em regime permanente, não deverá exceder 0,25% da potência ajustada.

Tempo de Fechamento do Servomotor

O tempo de fechamento deverá ser ajustável e atender aos requisitos operacionais da turbina.

Tempo Morto do Servomotor (Tq)

O tempo morto do servomotor não deverá exceder a 0,20s.

Módulos Funcionais:

- a) Limitador de Potência - Deverá ser fornecido um módulo limitador de potência para atender circunstâncias operacionais. O limitador deverá ser programável e ajustável até um limite máximo estabelecido (parâmetro).
- b) Carregador da Unidade - O carregamento da unidade deverá ser programável via *software*.
- c) Detector de sobrevelocidade - O detector deverá ser programável e ajustável na faixa de 80 a 200% de velocidade nominal.
- d) Limitador de Abertura - O limitador automático da abertura do distribuidor deverá ser programável e ajustável até um limite máximo estabelecido (parâmetro). O limitador deve permanecer ativo em todos os modos de regulação inclusive durante a partida da unidade e operação da unidade no sistema.

Requisitos de Precisão

A resolução dos sinais de entrada e saída deverá ser compatível com o processo de controle de carga e de velocidade de turbinas hidráulicas, aplicadas a hidrogeradores.

Entrada/Saída Analógica	Resolução	>12 bits
	Tempo de Conversão	<20 ms
	Exatidão	<0,02%



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Regulação	Tempo de resposta	<50 ms
	Exatidão	<0,02%

Sistema Oleodinâmico

O sistema oleodinâmico deverá ter capacidade de suprir óleo sob pressão em volume suficiente para permitir que os servomotores das palhetas diretrizes executem um curso completo de fechamento no intervalo de tempo necessário para satisfazer as garantias e regulação, em toda a faixa de quedas e de aberturas do distribuidor. O sistema deverá ter a capacidade de fornecer óleo sob pressão para a operação da válvula borboleta e *by-pass* das turbinas.

Características de Desempenho

O sistema digital de regulação deverá ser projetado com as características especificadas a seguir:

Operação Paralela

Em regime permanente o regulador deverá controlar, de maneira estável, a velocidade da turbina de zero até carga máxima com as características:

- Frequência nominal 60 Hz
- Estatismo 5%
- índice de estabilidade de carga <0,3%

Operação Isolada

O sistema digital de regulação deverá manter as seguintes qualidades de regulação de frequência e estabilidade:

- Estatismo (em %)..... 0,5 a 5
- Fator de decaimento 11
- Índice de estabilidade de velocidade <0,2%

Rejeição de Carga

O sistema digital de regulação deverá atender as seguintes exigências para uma rejeição total de carga:

- Atender ao requisito de que a sobrepessão e a sobrevelocidade, após uma rejeição da carga máxima, não ultrapassem os valores limites estabelecidos para a turbina.

Partida/Parada da Turbina

O sistema de regulação deverá ser provido de programa em *software* que execute a partida e parada da turbina, estabelecidas as pré-condições de partida de forma coordenada com o Sistema Digital de Supervisão e Controle da Usina.

Requisitos de *Hardware* - Descrição do *Hardware*

A estrutura de *hardware* do sistema digital de regulação de velocidade deverá ter os seguintes componentes:

- Unidade de Processamento para os canais de regulação de frequência e de carga e interface de supervisão e comunicação;
- Unidade terminal de comando local ,constituído de *display* e teclado integrados;
- Conjunto de módulos de entrada e saída, controle e comunicação.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Conjunto de sensores e transdutores;
- Transformadores de potencial (fornecidos por terceiros);
- Transformadores de corrente (fornecidos por terceiros);
- Transdutor eletrohidráulico.

Configuração do Sistema Digital de Regulação

O Sistema Digital de Regulação deverá possuir a seguinte configuração básica:

- Regulador Digital;
- Interface de Supervisão e Comunicação.

Quadro do Regulador Digital

a) Geral

O quadro do regulador digital deverá conter o regulador automático mais o canal de supervisão e comunicação, completamente montados, testados e programados. O canal do regulador automático, deverá incluir todo o *hardware* necessário para a função de regulação de velocidade da turbina.

b) Aspectos Construtivos

As exigências ergonômicas da interface homem-máquina deverão ser rigorosamente obedecidas. O quadro do regulador deverá ter portas e painéis construído com folha de aço de bitola não inferior USSG 16. O grau de proteção exigido para o quadro do regulador deverá ser no mínimo o correspondente ao IP-41.

c) Componentes

- Unidades de Processamento Central (UPC);
- Módulos de entrada/saída, aquisição de dados;
- Módulos especiais de bloqueio e limitação;
- Equipamentos de interface;
- Fontes de alimentação interna;
- Dispositivos para facilidades de comando local.

d) Características dos Módulos de Entrada e Saída

Os módulos deverão ser do tipo de encaixe (*plug-in*) suportados num bastidor de padrão industrial, de dimensões normalizadas.

Cada módulo deverá possuir os seguintes requisitos gerais:

- Teste de isolamento dielétrico $\geq 2,0\text{kV}$
- Rejeição ao ruído E.M.I..... 40 db
- Rejeição ao ruído M.C (modo comum) $>80\text{ db}$
- Estabilidade térmica..... $<0,002\%/^{\circ}\text{C}$

e) Facilidades de Comando Local

O regulador deverá ser provido das seguintes facilidades de comando local destinados às funções de manutenção, testes e operação local, para manutenção apenas, quando o controle remoto não estiver disponível;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- um *display* de cristal líquido com teclado integrado (IHM).

As facilidades de comando local deverão estar localizadas no quadro do regulador e condicionadas à liberação, através de uma chave LOCAL/REMOTO, que em local permite os comandos apenas a partir do IHM local do sistema de regulação, com sinalização no sistema de controle de usina.

O IHM deverá ser montado no quadro do sistema digital de regulação, e o seu teclado deverá ter suas teclas programadas de forma a apresentar grupos diferentes de teclas:

- teclas de controle;
- Teclas dedicadas;
- teclas de programação.

A liberação das teclas com funções de comandos e de programação e deverão ser condicionadas a um mecanismo de desbloqueio.

Requisitos de *Software*

a) Geral

Esta seção estabelece os requisitos gerais e específicos do *software*, para ser instalado no sistema digital de regulação de velocidade da turbina, próprio para aplicações em tempo real das funções de regulação de velocidade e de carga em hidrogeradores.

O *software* deverá ser fornecido integrado ao *hardware* do sistema digital de regulação de velocidade, sendo inteiramente de responsabilidade da CONTRATADA a instalação, testes e integração dos dois subsistemas: *hardware* e *software*.

b) Requisitos Gerais

O *software* do sistema digital de regulação de velocidade deverá ter estrutura modular com capacidade para processar aplicações em tempo real de tarefas múltiplas, assíncronas e concorrentes.

O *software* do sistema digital de regulação de velocidade deverá atender às exigências da especificação técnica do *hardware*.

O *software* do sistema digital de regulação de velocidade deverá ser organizado em pelo menos duas estruturas básicas, a saber.

SOFTWARE BÁSICO - responsável pelo gerenciamento e execução confiável das tarefas do *software* aplicativo, dos mecanismos de detecção de erros e reconfiguração, das funções do sistema operacional e manuseio do *hardware*;

SOFTWARE APLICATIVO - responsável pela realização das ações de regulação, otimização, supervisão de velocidade e carga de hidrogeradores, deve ser aberto, estruturado, programado através de "linguagem" baseada em blocos lógicos e funcionais.

No *software* básico deverão estar claramente identificadas e individualizadas as seguintes estruturas:

- um sistema operacional em tempo real ou um sistema monitor/executivo em tempo real;
- um conjunto de rotinas (*handlers*) de acesso ao *hardware*.

O *software* básico deverá realizar pelo menos as seguintes funções:

- escalonamento de tarefas;
- execução de cada tarefa na taxa de iteração requerida;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- providenciamento dos valores corretos de entrada para cada iteração de uma tarefa crítica;
- detecção de erros e diagnóstico de suas causas;
- reconfiguração do sistema.

No *software* aplicativo deverão estar incluídas todas as rotinas, de aquisição, entrada/saída e processamento, necessárias ao controle em tempo real da velocidade e da carga de hidrogeradores.

O *software* aplicativo deverá realizar as seguintes funções:

- aquisição dos dados de entrada;
- processamento das tarefas das ações de regulação;
- ativação das informações de saída.

Requisitos de Desempenho

a) Disponibilidade

O índice de disponibilidade esperado, para o *software*, é de duas horas fora de serviço em quarenta anos de operação.

b) Carregamento

O *software* deverá ser capaz de realizar o carregamento, representado pelas ocorrências simultâneas ou não, das funções de: interface homem-máquina, aquisição de dados, controle, comando, supervisão, diagnóstico, comunicação interna e externa.

Interfaces

a) Usuário

O *software* deverá prever interface com o usuário via *display* de cristal líquido com teclado incorporado.

b) Hardware

Os seguintes dispositivos adicionais deverão ser suportados pelo *software*: modem, conversores A/D e D/A, unidade PC e barramento para rede local.

c) Software

O *software* do sistema de regulação de velocidade deverá suportar as interfaces dos *softwares* de teste, parametrização e desenvolvimento deste regulador instalado em um equipamento PC externo.

d) Comunicação

A comunicação com o PC externo deverá ser realizada via padrão RS232C.

Supervisão de Rotação

a) Geral

Deverão ser fornecido um sistema convencional de relés e sensores para supervisão da rotação da turbina.

O sistema supervisor de rotação deverá consistir dos seguintes equipamentos:

- Sensores de Rotação

Onde o sinal deverá ser captado e enviado para tratamento e processamento.

- Relés de Velocidade



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Conjunto de relés convencionais dispostos para funções restritas de contingências operacionais de emergência;

– Dectector de pequenos deslocamentos do eixo.

b) Sensores de Rotação

Deverão ser fornecidos sensores duplos para detectar a velocidade de rotação a partir do eixo da unidade geradora. Os sensores deverão ser eletricamente isolados de seu suporte e do eixo da unidade e possuir terminais de teste.

c) Relés de Velocidade

Deverão ser fornecidos dois relés de velocidade ligados diretamente ao PLC da unidade. Estes relés fazem medições de 0 – 200% e 90 – 110%. O relé de 0 – 200% possui uma saída para a medição de sobrevelocidade.

Nas saídas do PLC serão fornecidos dados de Máquina Parada, Freio, Sobrevelocidade, Controle da Excitação e Sincronização.

d) Detector de Pequenos Deslocamentos do Eixo

Deverá ser fornecido um dispositivo capaz de detectar pequenos movimentos angulares do eixo, após a parada total da unidade.

Este dispositivo deverá ser fornecido com 2 (dois) contatos reversíveis, eletricamente independentes, adequados para operação em circuitos de 125 Vcc.

Realimentação, Transdução e Indicação Remota

Realimentação

O sistema de realimentação deverá ser fornecido para cada turbina instalada.

O sistema de realimentação entre o servomotor das palhetas diretrizes e as válvulas de controle do atuador deverá ser elétrico, linear, alta confiabilidade, e sem retardo.

Transdução

Deverão ser fornecidos para as 3 (três) turbinas todos os transdutores necessários ao controle e supervisão e indicação da velocidade, posição, carga, limitação de abertura, e referência de carga/freqüência.

Indicação Remota

O sistema digital de regulação deverá prever interface para indicação remota dos seguintes ajustes ou parâmetros:

- Potência de máquina 0 a 100% da potência MW
- Freqüência 55 a 65 Hz
- Posição de palhetas diretrizes 0 a 100%
- Referência de carga/freqüência 0 a 100% / 90 a 110%
- Velocidade 0 – 100%
- limitação de abertura 0 – 100%

Atuador

Deverão ser fornecidos atuadores para equipar cada uma das turbinas da usina.

O transdutor eletro-hidráulico (válvula proporcional); as válvulas de fechamento de emergência e todos os dispositivos e acessórios relativos ao estágio atuador deverão formar um conjunto



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

capaz de receber os sinais elétricos provenientes do quadro do regulador de velocidade, amplificá-los e transformá-los em movimentos mecânicos de controle correspondentes aos das palhetas diretrizes.

Os equipamentos componentes do estágio atuador deverão ser montados diretamente no tanque coletor.

Todos os componentes deverão ser dispostos de modo a permitir fácil acesso para manutenção e eventuais ajustes.

Deverá ser prevista a instalação de válvulas em locais adequados para permitir a purga de ar dos circuitos de óleo do atuador.

Válvulas de Fechamento de Emergência

Serão fornecidas duas válvulas de fechamento de emergência, sendo uma que corta a alimentação de óleo do transdutor eletro-hidráulico (válvula proporcional) para os servomotores, e outra que alimenta diretamente os servomotores no sentido de fechamento, independentemente do transdutor eletro-hidráulico.

As bobinas dos solenóides das válvulas deverão ter alimentação em 125 Vcc. A válvula de fechamento deverá ser provida de uma bobina (operação).

Transdutor eletro-hidráulico (válvula proporcional)

Entre a válvula proporcional e os servomotores, deverá ser instalado dispositivo que possibilite a regulagem do tempo de fechamento e/ou de abertura das palhetas diretrizes do distribuidor. Os ajustes finais deverão ser feitos durante os testes de campo.

Dispositivos de Supervisão

Deverão ser fornecidos para cada turbina os dispositivos de supervisão listados a seguir:

- uma chave de pressão diferencial do filtro de óleo com contato;
- uma chave de pressão de óleo de comando com contato;
- duas chaves de pressão, cada uma com um contato; para supervisão de pressão do óleo de controle do atuador;
- um conjunto de dispositivos de supervisão para alarme quando for necessária a limpeza ou troca dos filtros do atuador.

Sistema Oleodinâmico de Pressão

Deverão ser fornecidos um sistema oleodinâmico de pressão para cada turbina instalada.

Tanque Coletor

O tanque coletor deverá ser dimensionado de modo a ter uma capacidade não inferior a 110% do volume total de óleo contido no sistema de regulação. Deverá ter um suspiro capaz de equilibrar a pressão em sua parte interna no caso de vazões máximas de entrada e saída do óleo. O tanque deverá ter pelo menos duas conexões equipadas com válvulas de isolamento, para as operações de enchimento, drenagem e eventual conexão de um purificador. As conexões do tanque com as linhas de retorno do óleo deverão localizar-se abaixo do nível mínimo de óleo a fim de reduzir a aeração.

A carcaça do tanque não deverá ter juntas. O tanque eventualmente deverá suportar o peso dos equipamentos do atuador. Suas superfícies internas deverão ter acabamento tal que evite



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

acumulação de matéria estranha que possa contaminar o óleo. Deverão também, receber tratamento de limpeza superficial e pintura resistente a óleo.

Resfriamento do Óleo de Regulação (se aplicável)

Para o resfriamento do óleo de regulação, A CONTRATADA deverá providenciar trocadores de calor óleo/água, que deverão ser montados externamente ao tanque coletor.

O sistema de resfriamento de óleo de regulação deverá ser projetado de maneira que a temperatura ideal de trabalho do óleo possa ser mantida com um dos trocadores de calor isolado e os demais operando com 90% de sua capacidade.

O arranjo das tubulações e trocadores de calor deverá ser tal que minimize a possibilidade de contaminação do óleo pela água de resfriamento mesmo durante os períodos de manutenção ou inspeção. O arranjo deverá permitir que qualquer trocador de calor possa ser isolado para limpeza mesmo com a unidade em operação. Todas as válvulas necessárias para o isolamento dos trocadores de calor deverão fazer parte do fornecimento.

Bombas de Óleo e Válvulas Associadas

Deverão ser fornecidas pelo menos 2 (duas) bombas de óleo do tipo palhetas ou de pistões axiais, acionadas por motores elétricos e montadas sobre o tanque coletor.

As duas bombas deverão ter capacidade total de projeto tal que, quando operando simultaneamente possam fornecer, por minuto, um volume total de óleo nunca inferior a 2,3 vezes o volume de óleo deslocado pelos servomotores das palhetas diretrizes, durante um curso de abertura e fechamento completo, considerando o óleo na pressão máxima normal de operação.

As bombas deverão ser previstas para funcionamento contínuo e sua capacidade deverá ser suficiente para suprir os vazamentos e o consumo interno do regulador e deverá corresponder no mínimo a 20% (vinte por cento) da capacidade de projeto.

Durante a operação da unidade geradora, uma das bombas deverá operar continuamente, e a outra como intermitente.

Cada bomba deverá ser acoplada diretamente a um motor elétrico de indução, trifásico.

Cada bomba deverá ser equipada com uma válvula de alívio, com capacidade suficiente para deixar passar a totalidade da sua vazão a uma pressão 10% (dez por cento) superior à máxima pressão de operação, bem como uma válvula de retenção para impedir que o óleo retorne do tanque sob pressão. Deverão também ser previstas válvulas de isolamento adequadamente posicionadas para permitir o isolamento de cada um dos conjuntos de bombeamento para fins de reparo e manutenção, equipadas com *by-pass* para possibilitar a operação da válvula com pressão equilibrada.

Cada bomba, motor e válvulas associadas deverão ser montadas de modo a formar um conjunto compacto, com o mínimo de uniões e conexões. Os conjuntos de igual capacidade e seus componentes deverão ser intercambiáveis. Deverão ser fornecidos todos os dispositivos de supervisão necessários para a supervisão e o controle das bombas.

Tanques sob Pressão a Pistão com Baterias de Gás

O sistema de regulação deverá incluir no mínimo um tanque sob pressão a pistão com baterias de gás, de construção soldada, projetado e construído de acordo com o "ASME Boiler and Pressure Vessel Code - Section VIII" ou equivalente aprovado.

O tanque sob pressão deverá ter capacidade suficiente para executar 3 (três) cursos completos e consecutivos dos servomotores das palhetas diretrizes (um ciclo F-A-F), e para aplicar o travamento automático, a partir das condições mínimas normais de pressão e nível de óleo. Ao



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

final deste ciclo não deverão ser atingidas as condições de nível de óleo e pressão que comandam o fechamento incondicional do distribuidor da unidade.

O fechamento incondicional do distribuidor deverá ser comandado a partir das condições mínimas de nível de óleo ou pressão nos tanques em que é possível garantir um curso completo de fechamento do distribuidor e aplicação do travamento automático na condição mais desfavorável de solicitação hidráulica nas palhetas diretrizes.

Toda a tubulação ligando o tanque sob pressão e outros equipamentos deverá ter válvulas de isolamento localizadas junto ao tanque de pressão. Uma conexão adequada deverá possibilitar a drenagem de óleo do tanque sob pressão de óleo para o tanque coletor, se aplicável, ou por meio de uma moto-bomba elétrica-portátil.

Deverá ser fornecida uma válvula de isolamento manual para o tanque de pressão.

Tubulação e Óleo

a) Tubulação

Deverá ser fornecida toda a tubulação de óleo, de ar e de drenagem com seus respectivos acessórios e suportes.

b) Óleo

O óleo deverá ser, preferencialmente, do mesmo tipo previsto para uso nos mancais da unidade geradora.

Supervisão e Comando

- um visor de nível para indicar o nível de óleo no tanque coletor;
- uma chave de nível equipada com contatos para detectar nível baixo, nível alto e muito baixo de óleo no tanque coletor;
- um termômetro para medição da temperatura do óleo no tanque coletor;
- duas chaves de temperatura alto e muito alto do óleo no tanque coletor;
- um termômetro para medição da temperatura da água de resfriamento do óleo, instalado na tubulação de descarga (se aplicável);
- uma chave de vazão de água de resfriamento do óleo, equipada com contatos, instalada na tubulação de descarga (se aplicável);
- um manômetro para medição local da pressão no tanque sob pressão a gás;
- dois pressostatos, um para cada bomba, com a função de controle das bombas;
- um pressostato diferencial para supervisão do filtro.

7 . SUPERVISÃO, MEDIÇÃO E PROTEÇÃO

7.1 Geral

Todos os itens constantes deste capítulo devem ser fornecidos um conjunto para cada turbina.

7.2 Quadro de Terminais da Turbina

Um quadro de terminais para cada turbina, com a finalidade de se agrupar a fiação proveniente das chaves de pressão, temperatura, vazão e nível e demais dispositivos de proteção e supervisão instalados na turbina, para interconexão com os quadros de controle. Toda a fiação entre os dispositivos e o quadro de terminais da turbina deverá ser instalada em eletrodutos metálicos rígidos ou flexíveis, conforme necessário e incluídos no fornecimento.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Toda a fiação, eletrodutos e acessórios entre o quadro de terminais e os dispositivos de proteção e supervisão da turbina deverão ser incluídos no fornecimento. O projeto de interligação entre o quadro de terminais da turbinas e o sistema de supervisão, bem como o fornecimento dos materiais e equipamentos não estão contidos neste fornecimento.

7.3 Dispositivos de Proteção Contra Sobrevelocidade

A CONTRATADA deverá fornecer um dispositivo elétrico de sobrevelocidade, calibrado para 155% da velocidade nominal. O dispositivo funcionará como segurança de primeiro estágio, acionando dispositivos elétricos de parada de emergência, no caso de uma falha no sistema de regulação, que impeça o fechamento normal das palhetas diretrizes, quando ocorre uma rejeição de carga.

Um segundo dispositivo deverá funcionar como segurança de segundo estágio, calibrado para 170% da velocidade nominal e, simultaneamente, comandará o fechamento de emergência da válvula borboleta, e o disparo do disjuntor da unidade.

Os dispositivos de primeiro e de segundo estágio, deverão ser providos de uma faixa de ajuste de $\pm 10\%$, com precisão para cada 1%, para regulação na época do comissionamento da unidade.

Os dispositivos deverão ter meios que possibilitem sua aplicação nos diversos circuitos de controle da unidade, providos de contatos elétricos intercambiáveis.

8 . INSPEÇÕES, TESTES E PRÉ-MONTAGEM NA FÁBRICA

A CONTRATADA executará inspeções e testes conforme seu Plano de Inspeções, que deverá ser fornecido à CONTRATANTE no início do projeto de detalhamento de fabricação do equipamento em questão.

8.1 Pré-montagem na Fábrica

Serão realizados pela CONTRATADA, em sua fábrica, controles, ajustes e testes necessários para demonstrar a precisão da fabricação, a estanqueidade ao óleo e à água onde for aplicável, a operação satisfatória e a facilidade de montagem no campo.

Deverá ser realizado a pré-montagem do distribuidor e mecanismo de operação apenas da primeira unidade, incluindo a tampa da turbina, palhetas diretrizes com mancais, bielismo e aro de regulação.

9 . FERRAMENTAS E DISPOSITIVOS PARA MONTAGEM

9.1 Geral

A CONTRATADA deverá incluir no fornecimento todos os dispositivos especiais não-normalizados de levantamento e manuseio, chaves, ferramentas e gabaritos para montagem e desmontagem das turbinas.

9.2 Ferramentas e Dispositivos Especiais para Montagem e Manutenção

Deverá ser incluído no fornecimento um jogo de dispositivos e ferramentas especiais para utilização na montagem e manutenção normal da turbina

9.3 Lista de Dispositivos, Chaves e Ferramentas

Os seguintes equipamentos deverão ser incluídos no fornecimento da turbina, para movimentação das peças da turbina e dos sistemas de regulação:

- Olhais especiais desde que necessários para todos os componentes da turbina e do sistema de regulação, de tipo e número adequados;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- um jogo de chaves e ferramentas especiais para montagem, conforme segue:
 - chaves e/ou dispositivos para parafusos de acoplamento rotor da turbina/eixo; eixo/cubo do rotor do gerador/volante de inércia e elementos dos mancais;
 - chaves para o acoplamento tampa/pré-distribuidor; (se necessário);
 - chaves para parafusos acima de 140 mm de diâmetro; (se necessário);
- A CONTRATADA deverá incluir no fornecimento 1 (um) jogo de chaves e ferramentas especiais, necessárias à montagem, desmontagem e manutenção dos reguladores.

10 . TESTES E COMISSONAMENTO DA UNIDADE

10.1 Geral

Este capítulo especifica os requisitos para os testes de avaliação do desempenho da turbina e do sistema de regulação. Estes testes serão supervisionados pela CONTRATADA.

A CONTRATADA preparará um manual contendo todos os procedimentos de comissionamento, incluindo as instruções detalhadas para a realização das inspeções de garantia.

10.2 Testes Pré-Operacionais

Após a conclusão da montagem de cada unidade serão efetuadas as inspeções prévias e testes pré-operacionais da turbina e do sistema de regulação, supervisionados pelo engenheiro de comissionamento da CONTRATADA.

Serão efetuados testes de continuidade elétrica em toda a fiação, bem como uma verificação ponto a ponto contra as últimas revisões dos diagramas elétricos.

Cada circuito deverá ser testado individualmente com megômetro de 1 kV (um Kilovolt), obtendo-se leitura mínima de 25 Mohm (ver NBR 68.08 item 11.11).

Todas as calibrações e ajustagens deverão ser efetuadas, incluindo os tempos de abertura e fechamento do distribuidor, calibração da indicação de abertura das palhetas diretrizes e ajuste dos dispositivos de proteção de sobrevelocidade.

Todas as tubulações serão testadas com uma pressão 50% acima da máxima pressão de operação.

Antes da sincronização deverão ser feitos testes de balanceamento dinâmico, ajuste dos dispositivos de sobrevelocidade, aquecimento dos mancais em patamares de 50%, 75% e 100% da rotação nominal.

Deverá também ser registrado antes da sincronização o tempo necessário para que a unidade pare, partindo da velocidade síncrona, sem excitação e com a aplicação dos freios a 30% da velocidade nominal.

10.3 Testes Operacionais

Após a realização dos testes pré-operacionais serão realizados os testes operacionais, incluindo: partida automática, sincronização do gerador, rejeição de carga, testes do regulador de velocidade e comprovação das potências garantidas.

Serão verificadas todas as características de funcionamento exigidas nestas especificações técnicas ou indicadas pela CONTRATADA nos documentos de projeto. Será verificado, se todos os componentes mecânicos e elétricos trabalham sob as condições de teste ou condições normais de operação, definidas naqueles documentos ou em normas técnicas aplicáveis.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

10.4 Testes de Rejeição de Carga

A unidade deverá absorver carga gradativamente e os testes de rejeição deverão ser feitos no mínimo para 1/4, 1/2, 3/4 e potência máxima sob a queda máxima ou sob queda disponível, considerando a devida compensação de parâmetros.

Os testes de rejeição para as frações de potência acima estabelecidas, deverão ser efetuados através da abertura do disjuntor principal do gerador, mantendo a unidade girando sob controle do regulador da turbina.

Durante os testes de rejeição, deverão ser efetuados registros, do aumento da velocidade da unidade, da variação de pressão na entrada da caixa espiral, e das pressões diferenciais no servomotor, durante as condições transitórias, após as rejeições de carga, para aprovar que as condições garantidas de regulação foram atingidas.

Caso contrário, correções deverão ser executadas, principalmente com relação ao tempo de fechamento das palhetas diretrizes até que os resultados sejam satisfatórios.

Os instrumentos de medição, necessários aos testes de rejeição, serão providenciados pela CONTRATANTE.

10.5 Testes de Comprovação de Potências

Estes testes deverão ser baseados nas condições estipuladas pelo "International Code for Field Acceptance Tests of Hydraulic Turbines, IEC Publication 41", última edição.

Os instrumentos de precisão, devidamente calibrados, necessários à realização destes testes, serão fornecidos pela CONTRATANTE.

Os testes serão realizados em qualquer uma das unidades, na presença do representante da CONTRATADA para comprovação das potências garantidas, sob as condições de queda disponíveis.

A medição das grandezas será feita de acordo com as recomendações abaixo:

- Os níveis de montante e de jusante serão lidos respectivamente, em escalas fixas instaladas pela CONTRATANTE no reservatório e no canal de fuga;
- A perda na adução da turbina será determinada por diferença de pressão entre a entrada da caixa espiral da turbina em teste e aquela da turbina parada, por meio de um manômetro de tubo "U" invertido ou transdutor de pressão diferencial;
- A potência da turbina será medida indiretamente, medindo-se a potência no gerador usando o método com dois ou três wattímetros e considerando-se o rendimento garantido do gerador, ou se disponível, os resultados dos testes de campo do gerador e as perdas nos mancais.

Durante o teste de comprovação de potência, no mínimo cinco pontos serão medidos entre meia carga e a máxima potência possível durante os testes.

A computação dos resultados dos testes será feita de acordo com a norma do IEC.

A curva de rendimento será plotada contra a potência da turbina para a queda líquida média durante o teste de comprovação de potência e o nível do rendimento será ajustado para que o ponto de melhor rendimento da curva, sob a queda de teste, tenha um valor igual ao maior rendimento do modelo para a mesma queda, transformada para as condições de protótipo.

A potência máxima obtida será convertida para as quedas líquidas especificadas, com base nos resultados dos ensaios em modelo.

As potências assim calculadas serão então, comparadas com os valores garantidos para verificar se os valores garantidos realmente foram atingidos.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

10.6 Testes nos Mancais

Após a entrada em operação e no curso dos testes de recepção da unidade geradora, os mancais poderão ser submetido atestes para comprovação das garantias contratuais.

Ao final destes testes, poderá ser executada uma desmontagem para exame e verificação conforme indicado abaixo.

As superfícies de atrito não deverão apresentar, em seguida aos ensaios descritos, ranhuras circulares com profundidades excessivas, espelhamento da superfície ou trincas, que possam ser consideradas prejudiciais ao bom funcionamento dos mancais.

10.7 Testes no Regulador de Velocidade

O sistema de regulação de velocidade deverá ser submetido a diversos ensaios para comprovar as especificações contratuais, efetuar ajustes e avaliar desempenho, segundo norma IEC-308.

Além destes, deverão ser realizados testes de funcionalidade, tais como:

- resposta ao degrau a vazio do regulador;
- resposta ao degrau com o gerador em carga;
- rejeições de carga ativa;
- comutação de automático para manual e vice-versa;
- sincronização automática.

10.8 Resultados dos Testes

Após ficar comprovado que todo o equipamento fornecido está em perfeito funcionamento, deverá ser assinado um protocolo pela CONTRATANTE e pelo engenheiro de comissionamento da CONTRATADA e a unidade será colocada em operação comercial a partir daquela data.

10.9 Dispositivos e Instrumentação para Comissionamento

A CONTRATADA deverá fornecer à título de empréstimo todos os dispositivos e instrumentos requeridos para a realização dos testes e comissionamento das unidades, com exceção dos itens mencionados em contrário.

11 . PEÇAS SOBRESSALENTES

11.1 Geral

Por ocasião da entrega da última turbina na obra, A CONTRATADA deverá fornecer peças sobressalentes, suficientes para dois anos de operação contínua.

Todas as peças sobressalentes de todas as unidades serão manufaturadas com os mesmos materiais e processos de fabricação e com todos os requisitos das correspondentes peças originais.

Cada peça sobressalente deverá ser identificada e devidamente embalada para armazenagem prolongada.

12 . INFORMAÇÕES TÉCNICAS

12.1 Geral

As informações aqui requeridas deverão ser explicitamente fornecidas pela CONTRATADA não importando que estejam incluídas em folhetos e/ou catálogos anexos.

Quaisquer modificações ou correções nas informações sobre o equipamento, que possam vir a ser necessárias, estarão sujeitas à aprovação da CONTRATANTE e de nenhum modo isentarão



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

A CONTRATADA da obrigação do fornecimento de todos os equipamentos objeto deste contrato.

12.2 Dados Principais de Projeto

- velocidade de rotação nominal rpm
- elevação da linha de centro da turbina m
- momento de inércia requerido do conjunto volante/gerador tm^2
- momento de inércia das partes girantes da turbina tm^2
- empuxo hidráulico em rotação nominal kN
- empuxo hidráulico em velocidade de disparo kN
- empuxo hidráulico em rejeição de 100% de carga kN

12.3 Rotor da Turbina

- Material ASTM-A743 Gr. CA 6NM
- diâmetro de descarga m
- número de pás

12.4 Eixo

- Material ASTM-A668 Cl.D
- relação entre a velocidade crítica de rotação direta de primeira ordem e a velocidade de disparo máxima permanente Mín. 1,15

12.5 Caixa Espiral

- diâmetro de entrada m
- número de pás fixas do pré-distribuidor

12.6 Válvula Borboleta

- Material
- pressão de projeto. bar
- norma de projeto
- diâmetro nominal 1,08 m

12.7 Mancal Combinado de Guia e Escora

- tipo de mancal de pedestal

12.8 Pás Diretrizes

- número de pás
- vazamento máximo garantido com o distribuidor fechado e com os dispositivos de vedação especificados m^3/s

12.9 Mecanismo de Operação do Distribuidor

- Quantidade de servomotores
- pressão máxima de regulação bar



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

13 . GARANTIAS TÉCNICAS

13.1 Garantias Gerais

A CONTRATADA apresentará uma garantia geral do equipamento e todas as suas características de funcionamento, a ser acordada com a CONTRATANTE, e de acordo com os valores apresentados nos itens seguintes.

13.2 Garantias de Rendimento

O cumprimento da garantia de rendimento médio ponderado deverá ser comprovado com base nos rendimentos obtidos nos ensaios em modelo reduzido realizados anteriormente pela CONTRATADA para turbinas similares, convertidas para as condições do protótipo.

- O rendimento médio ponderado garantido da turbina protótipo, não deverá ser inferior a:

$$\frac{\text{Som}(P_{px} \text{ Rendimento} \times W)}{\text{Som}(P_{px} W)} = \dots\dots\dots\%$$

- O rendimento máximo garantido da turbina protótipo, no ponto de máxima eficiência não deverá ser inferior a %.

Quadro1 – Características da Turbina: Quedas Ponderadas

Queda Líquida (m)	Potência KW	Porcentagem da potência %	Fator de Ponderação W	Rendimento η
Nominal-De Referência		100	20	
		90	20	
		80	20	
		70	10	
		60	5	
		50	5	
Máxima Operacional - De Projeto		100	3	
		90	2	
		80	2	
		70	1	
		60	1	
		50	1	
Mínima- Operacional		100	3	
		90	2	
		80	2	
		70	1	
		60	1	
		50	1	



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Nota 1 = A CONTRATADA deverá preencher os dados não preenchidos do quadro, e calcular e garantir o rendimento médio ponderado.

13.3 Garantia de Potência

A garantia de potência deverá ser através de comprovação em ensaios em modelo reduzido, realizados anteriormente em turbina similar do acervo da CONTRATADA, com base no "International Code for Model Acceptance Tests of Hydraulic Turbines", IEC Publications 193/1965, 193A/1972, Amendment N 1/September 1977 e IEC 995/1991, convertidos para as condições do protótipo, bem como através de Testes de Campo e Comissionamento da Unidade, testes estes feitos com base no "International Code for Field Acceptance Tests of Hydraulic Turbines – IEC Publication 41", última edição.

13.4 Garantia de Cavitação

A turbina deverá ser garantida contra cavitação prejudicial excessiva resultante nas condições operacionais estabelecidas, por um período total cumulativo de 8.000 horas e não excedendo dois anos de operação comercial após a emissão do "Certificado de Liberação para Operação Inicial da Unidade", contanto que:

- a turbina não opere por mais de 500 (quinhentas) com potências inferiores à potência mínima garantida.
- a turbina não opere por mais de 50 (cinquenta) horas com potências superiores à potência máxima garantida, limitada esta sobre-potência a 5 % (cinco por cento).

13.5 Garantia de Estabilidade Operacional

A CONTRATADA deverá garantir a operação estável da turbina em todo o campo de operação compreendido entre a queda bruta máxima e a queda bruta mínima e também entre a máxima abertura do distribuidor e a abertura do distribuidor correspondente a 50 % da potência máxima, na queda respectiva.

13.6 Garantias de Velocidade de Disparo

A CONTRATADA garantirá que a velocidade máxima de disparo sob a queda líquida máxima, e com abertura máxima do distribuidor será de (a ser fornecido pela CONTRATADA) rpm.

13.7 Garantias de Regulação

A CONTRATADA deverá garantir que após uma rejeição de carga sob quaisquer das quedas e níveis de água a jusante especificados, incluindo rejeição de carga relativa à máxima abertura de distribuidor na queda líquida máxima, os seguintes valores não serão excedidos:

- a) A velocidade máxima da unidade geradora no regime transitório não deverá ser superior a 150% (cento e cinquenta por cento) da velocidade nominal da unidade, tendo por base o efeito e inércia GD2 definido como mínimo para o gerador, com valor de (a ser fornecido pela CONTRATADA) tm^2 .
- b) A pressão máxima medida no trecho final inferior do conduto forçado não deverá exceder a (a ser fornecido pela CONTRATADA) mca resultante de uma sobrepressão de 50% (cinquenta por cento) da máxima altura estática correspondente a diferença entre o nível de água a montante e a linha de centro do distribuidor.
- c) A pressão absoluta média na face inferior do rotor no regime transitório não deverá atingir valores inferiores a uma pressão absoluta correspondente a 5 m de coluna de água.

13.8 Garantia de Operação Transitória em Sobrevelocidade

A CONTRATADA garantirá que a turbina resistirá de maneira segura as sobrevelocidades resultantes de rejeições de carga previstas nas Garantias de Regulação previstas no item



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

anterior, sem que ocorra qualquer avaria ou aquecimento excessivo dos mancais e sem que seja necessário efetuar qualquer inspeção na unidade após recolocá-la em serviço.

13.9 Garantia de Desempenho dos Mancais

Com a unidade funcionando na máxima potência em regime contínuo e a temperatura da água de 30° C na entrada dos trocadores de calor, a temperatura das sapatas dos mancais não deverá ultrapassar 85 ° C.



PARTE 2: EQUIPAMENTOS HIDROMECAÑICOS

1 . OBJETO E OBJETIVO

O objeto desta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA é o Projeto de Transposição de Água do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional.

A presente ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA define as exigências da CONTRATANTE para o fornecimento, incluindo-se projeto, fabricação, ensaio, embalagem, transporte e supervisão de montagem dos equipamentos hidromecânicos referentes às Usinas Hidrelétricas, Tomadas D'Água e Estruturas de Controle localizadas no Trecho III, referentes ao Projeto de Transposição de Água do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional.

Nesta Especificação não estão descritos com detalhes todos os componentes das instalações.

Certos aspectos foram deixados em aberto para que a CONTRATADA, com base em sua tecnologia e experiência, forneça equipamentos que sejam conforme os requisitos aqui especificados, garantindo que os mesmos operarão satisfatoriamente, terão uma durabilidade adequada e serão de manutenção fácil.

Os equipamentos abaixo discriminados deverão ser projetados conforme as limitações, localizações e dimensões impostas nos desenhos de referência, em anexo.

Caso a CONTRATADA julgue que determinadas modificações de certos aspectos definidos na especificação e/ou nos desenhos resultarão em melhoria operacional, maior confiabilidade, durabilidade, ou facilidade de manutenção, ou ainda, em benefícios econômicos, deverá apresentá-los para apreciação da CONTRATANTE, na forma de proposta alternativa.

A CONTRATADA deverá fornecer à CONTRATANTE, um conjunto completo de equipamentos com tudo o que for necessário ao perfeito funcionamento dos mesmos, para a finalidade prevista.

2 . COMPOSIÇÃO

Esta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA compõe-se de volume único com as seguintes CONDIÇÕES TÉCNICAS:

- CT.1 - Grades e Complementos
- CT.2 - Comportas Ensecadeiras e Complementos
- CT.3 - Comportas Segmento e Complementos
- CT.4 - Fabricação e Inspeção
- CT.5 - Proteção e Pintura

3 . FONTES DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA

São disponíveis para o que for necessário as seguintes tensões, com as respectivas faixas de variação nos terminais do equipamento.

- a) 380 VCA, 60 Hz, sistema trifásico estrela aterrado, fornecido com uma variação de tensão de 342 a 418 V, para acionamento de motores.
- b) 220 VCA, 60 Hz, monofásico, fase- terra, fornecido com uma variação de tensão de mais ou menos 10%, para alimentação de aquecimento e iluminação interna e, eventualmente, tomadas.
- c) 125 VCC, não aterrado, com as seguintes faixas de variação de tensão:



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Circuitos de fechamento, controle e alarme: 90 - 140 VCC.
- Circuitos de abertura: 70 - 140 VCC.

Em casos especiais em que a CONTRATANTE aprove a utilização de tensões diferentes das padronizadas para determinados equipamentos, estas deverão ser obtidas através de transformadores auxiliares intermediários fornecidos pela CONTRATADA nas condições e capacidade adequadas, sem qualquer custo adicional para a CONTRATANTE.

4 . EXTENSÃO DO FORNECIMENTO

Este fornecimento abrange os equipamentos abaixo, discriminados de modo resumido, devendo a CONTRATADA, entretanto, fornecer uma instalação completa com projeto, fabricação, ensaio, embalagem, transporte e supervisão de montagem, com todo o material necessário ao seu bom funcionamento e cumprimento integral da finalidade prevista.

A relação a seguir não tem caráter restritivo, sendo apenas um resumo do especificado nos itens correspondentes.

Os equipamentos aqui especificados compreendem:

- Para cada uma das duas Usinas Hidrelétricas, UHE Salgado I e UHE Salgado II.
- um conjunto completo de painéis de grades removíveis, respectivas peças fixas de segunda concretagem, e viga pescadora, para cada uma das tomadas d'água das Usinas em questão;
- uma comporta ensecadeira equipada com rodas para fechamento cortando o fluxo, e *by-pass* , para cada uma das tomadas d'água das Usinas em questão, incluindo, respectivas peças fixas de segunda concretagem, dispositivos de calagem, viga pescadora e tampas.
- um conjunto de comportas ensecadeiras, deslizantes, para fechamento por jusante das Usinas em questão, sendo um conjunto para cada Usina.
- Para as Tomadas d'Água de Uso Difuso, para 0,1 m³/s, 0,2 m³/s e 0,5 m³/s, do Trecho III:
- um conjunto completo de painéis de grades removíveis para cada uma das 6 (seis) Tomadas d'Água, respectivas peças fixas de segunda concretagem e duas vigas pescadoras para atender a todos os elementos de grades;
- Para a Estrutura de Controle de Superfície para 45,1 m³/s, do reservatório de Caiçara para Salgado I, do Trecho III:
- quatro comportas do tipo segmento de superfície para controle da vazão da Estrutura de Controle, respectivas peças fixas de segunda concretagem, e sistemas de acionamento.
- duas comportas ensecadeiras com *by-pass*, uma com quatro e a outra com três elementos, para fechamento de uma das aberturas de uma das quatro Estruturas de Controle de Superfície, respectivas peças fixas de segunda concretagem para as oito aberturas, viga pescadora e tampas.

Fazem ainda parte deste fornecimento, convenientemente referidos aos equipamentos acima citados:

- Pré-montagem na Fábrica;
- Transportes dos equipamentos à Obra;
- Supervisão do fabricante dos equipamentos para a montagem e para ensaios na Obra;
- Adicional de montagem na Obra: todos os pinos, parafusos, porcas, arruelas, anéis, juntas, etc., necessários à montagem dos equipamentos na Obra, devendo ser fornecidos com acréscimo de 10% (dez por cento);



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Pintura completa dos equipamentos na Fábrica, conforme discriminado nesta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA;
- Eletrodos e demais materiais de consumo necessários para a montagem na Obra;
- Todos os retoques e ou repintura das partes danificadas durante o transporte e o armazenamento;
- Todos os óleos e graxas do primeiro enchimento;
- Toda a tinta necessária para retoque na Obra, inclusive para após os serviços de montagem;
- Em caráter provisório: todos os aparelhos, materiais e equipamentos necessários à realização dos ensaios na Fábrica da CONTRATADA;
- Embalagem de proteção e embarque na Fábrica para transporte;
- Manuais de montagem, operação e manutenção;
- Armazenagem dos equipamentos na Fábrica e na Obra;
- Projeto de fabricação de todos os equipamentos e componentes;
- Peças sobressalentes conforme discriminado nesta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA;
- Dispositivos especiais eventualmente necessários ao transporte, montagem ou manutenção dos equipamentos;
- Todos os cabos elétricos e acessórios necessários, como eletrodutos, conexões, etc.; para executar as instalações elétricas dos equipamentos a serem fornecidos pela CONTRATADA até o Quadro de Comando Local.

O fornecimento deverá compreender, também, todas as eventuais ferramentas especiais e gabaritos de ajuste necessários à montagem dos equipamentos na Obra.

As especificações descritas para um equipamento ou sua parte estendem-se aos equipamentos ou partes do mesmo tipo.

Ainda, as especificações descritas de modo genérico para um equipamento estendem-se a todos os equipamentos que fazem parte desse fornecimento, se cabível.

5 . REQUISITOS BÁSICOS PARA O PROJETO E FABRICAÇÃO

O equipamento será construído segundo as normas da melhor e mais moderna técnica, com materiais novos de primeira qualidade. Todas as peças apresentarão um acabamento em relação à sua importância, colocação e destinação.

O equipamento deverá ter montagem perfeita, considerando-se os últimos progressos técnicos obtidos. Deverá ser fixado pela CONTRATADA o desempenho esperado por cada equipamento em condições normais de funcionamento industrial, manobras ou em caso de acidentes de funcionamento, condições estas que declara serem de seu conhecimento, para que a CONTRATANTE obtenha a máxima segurança de funcionamento.

Todas as tolerâncias constarão dos desenhos de projeto executivo do respectivo equipamento. Elas garantirão perfeita operação, melhor qualidade, facilidade de montagem e manutenção e mínimo desgaste dos equipamentos.

O equipamento será projetado de tal modo que a facilidade de desmontagem seja considerada para fins de manutenção preventiva ou eventuais consertos.

O acesso às partes mais delicadas ou sujeitas a desgaste deverá envolver o mínimo de desmontagens.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Todas as peças que, pelas suas dimensões, formas, ou outra razão, necessitem de recursos que facilitem o seu manuseio nas operações de transporte, montagem e desmontagem, serão providas de alças de levantamento, orifícios rosqueados para anel de levantamento, suportes etc. A CONTRATADA deverá prever os casos em que dispositivos especiais devam ser utilizados para atender as condições particulares de transporte, montagem e manutenção, incluindo-se os mesmos no fornecimento dos equipamentos correspondentes.

A desmontagem dos equipamentos elétricos e o acesso aos mesmos deverão ser feitos com o máximo de simplicidade e segurança, sem que haja necessidade de interrupção do funcionamento de equipamentos contíguos.

O emprego de componentes padronizados, tanto mecânicos como elétricos, será evidenciado pela CONTRATADA nas listas de materiais. A variedade dentro de cada tipo de componente padronizado será mínima, inclusive para componentes comerciais, o que será justificado nos memoriais de cálculo.

Tanto no projeto como na terminologia, serão aplicadas, de preferência, normas brasileiras, podendo, entretanto, os cálculos serem desenvolvidos segundo normas específicas estrangeiras, as quais serão devidamente referenciadas. Entretanto, as condições estipuladas em qualquer seção desta especificação serão prioritárias em relação à norma considerada, nos casos de discordância ou omissões.

O equipamento, parte deste, ou suas peças deverão ser dimensionados para as condições mais desfavoráveis possíveis, seja durante o seu funcionamento, montagem ou transporte, segundo critérios da norma adotada.

Os componentes elétricos utilizados deverão ser projetados, fabricados e ensaiados de acordo com as normas da ABNT aplicáveis, exceto quando especificado de outra forma em qualquer seção desta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA. Para os itens não abrangidos por estas ou pelas normas da ABNT poderão ser adotadas as normas das seguintes associações: IEC, NEMA, DIN, ASTM, ou equivalentes, devendo a CONTRATADA indicar explicitamente as normas a serem utilizadas, para apreciação da CONTRATANTE.

O equipamento elétrico e seus suportes de fixação deverão ser projetados de forma a resistir aos esforços eletrodinâmicos devidos às correntes de curto-circuito nas condições mais desfavoráveis, bem como ao aquecimento correspondente até a entrada em funcionamento dos dispositivos de proteção.

Todos os circuitos deverão ser previstos de modo que nenhuma peça sob tensão se ache ao alcance da mão. As faces dos quadros não deverão apresentar qualquer parte condutora sob tensão. Todas as verificações dos circuitos de força e comando deverão ser permitidas somente prevendo as condições de segurança necessária que evitem qualquer risco para os operadores dos equipamentos.

Todos os dispositivos do equipamento elétrico, susceptíveis de desgaste normal ou acidental, deverão ser providos de partes removíveis que possam ser fácil e economicamente substituíveis, evitando-se, na medida do possível, a substituição completa desses dispositivos.

Para todos os componentes elétricos deverão ser consideradas todas as proteções necessárias, na determinação das características de cada componente.

Placas para os equipamentos ou suas partes, com gravação do nome da CONTRATADA, ano de fabricação e dados nominais, serão feitas de aço inoxidável ou bronze com espessura e fixação apropriadas para longa permanência. Placas com indicações para operação serão soldadas ou parafusadas, com gravações em português e, quando aplicável, serão placas indicativas do sentido de rotação. Não serão aceitas fixações de placas com adesivo.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

A pressão de contato entre as peças de cada equipamento e o concreto não será superior àquela que determine para o concreto uma tensão máxima igual a 6,5 MPa. A pressão de contato será calculada considerando-se as peças implicadas como vigas apoiadas em fundação elástica.

Nos pontos particulares, onde houver necessidade de se ultrapassar esta tensão máxima especificada, a CONTRATADA solicitará, por escrito, a autorização da CONTRATANTE.

A taxa máxima permissível de aderência de chumbadores no concreto será de 0,6 MPa.

6 . DESENHOS DE REFERÊNCIA

- EN.B/III.DS.ME.0002 – página 123 do caderno de desenhos
- EN.B/III.DS.ME.0003 – página 124 do caderno de desenhos
- EN.B/III.DS.ME.0004 – página 122 do caderno de desenhos
- EN.B/III.DS.GT.0033 – página 120 do caderno de desenhos
- EN.B/III.DS.ME.0006 – página 138 do caderno de desenhos
- EN.B/III.DS.ME.0007 – página 140 do caderno de desenhos
- EN.B/III.DS.ME.0008 – página 139 do caderno de desenhos
- EN.B/III.DS.GT.0036 – página 135 do caderno de desenhos

CT.1 - GRADES DAS TOMADAS D'ÁGUA E COMPLEMENTOS

1 . OBJETIVO

Estas CONDIÇÕES TÉCNICAS fixam os requisitos técnicos mínimos para o fornecimento das grades das:

- Usinas Hidrelétricas UHE Salgado I, UHE Salgado II;
- Tomadas d'Água de Uso Difuso de canal em aterro.

localizadas no Trecho III, referentes ao Projeto de Transposição de Água do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional.

2 . CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTOS

2.1 Características Gerais

A Tomada d'água de cada uma das duas Usinas Hidrelétricas possui uma adução, cada uma equipada com um conjunto de painéis de grades, inclinado, do tipo removível.

As Tomadas d'Água de Uso Difuso de canal em aterro serão iguais entre si, para uma dimensão de canal. Cada tomada será provida com um conjunto de painéis de grades, inclinado, do tipo removível, com altura suficiente para atingir o nível do coroamento do canal.

As grades estão previstas para impedir a passagem de corpos estranhos com dimensões iguais ou superiores a 80 mm.

A construção dos painéis das grades será de barras verticais, de perfil retangular, montadas sobre um quadro de aço estrutural.

Os painéis serão previstos com pinos de guia que garantam o alinhamento das barras verticais dos painéis sobrepostos, se cabível.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Quando colocados ou removidos, os painéis serão guiados por escorregamento sobre sapatas revestidas com bronze sobre pista de aço inoxidável. A remoção e a colocação dos painéis, movimentados isoladamente, será feita com o auxílio da viga pescadora, incluída neste fornecimento, através do respectivo equipamento de levantamento.

A concepção do topo dos painéis das grades, quando for o caso, deverá ser tal que permita diminuir a folga entre estes e o paramento, de modo a impedir a entrada de detritos pelo alto da grade para jusante.

Em todas as estruturas acima definidas haverá, na extremidade inferior de cada painel, uma estrutura em forma de bandeja, voltada para montante, com a finalidade de coletar os detritos detidos na superfície da grade.

Nos projetos dos painéis da grade e da viga pescadora, bem como na elaboração dos planos de montagem e instalação, deverão ser levadas em consideração as limitações dos respectivos equipamentos de levantamento, definidas nos respectivos desenhos de arranjo em anexo.

Em cada adução, as peças fixas se estenderão desde a soleira até o coroamento da respectiva Tomada D'Água.

2.2 Características Principais

- Tipo de grades painéis removíveis
- Espaçamento entre linhas de centro das barras verticais 80 mm
- Carga de projeto 0,05 MPa
- Razão mínima entre a frequência própria das barras e frequência de turbilhonamento considerando as grades com 50% de obstrução 1,8

As demais características das grades estão apresentadas nas tabelas abaixo:

USINA HIDRELÉTRICA	Salgado I	Salgado II
Quantidade de aduções	1	1
Quantidade de vãos de painéis por adução	1	1
Quantidade de painéis por vão	3	3
Quantidade de jogos de peças fixas por Usina	1	1
Quantidade de vigas pescadoras por Usina	1	1
Largura de um painel da grade (m)	5,5	5,5
Altura de um painel da grade (m)	2,45	2,46
Elevação da soleira da grade (m)	369,68	298,64
Elevação do topo da abertura	377,03	306
Elevação do coroamento	384	312,3
Nível d'água máximo maximorum de montante	383,65	311,58
Nível d'água normal de montante	380,25	309,23
Nível d'água mínimo de montante	377,35	306,93
Inclinação do paramentocom a vertical (°)	11,31 °	11,31 °
Vazão de projeto por adução (m³/s)	45,1	45,1



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

TOMADA D'ÁGUA USO DIFUSO	CANAL EM ATERRO
Quantidade de TA	6
Quantidade de aduções por TA	1
Quantidade de vãos de painéis por adução	1
Quantidade de painéis por vão	2
Quantidade de jogos de peças fixas por TA	1
Quantidade de vigas pescadoras	2
Largura de um painel da grade (m)	2,40
Altura de um painel da grade (m)	2,90
Elevação da soleira da grade (m)	Variável
Elevação do topo da abertura	Variável
Elevação do coroamento	Variável
Nível d'água máximo maximum de montante	Variável
Nível d'água máximo normal de montante	Variável
Nível d'água normal de montante	Variável
Nível d'água mínimo de montante	Variável
Inclinação do paramento com a vertical (°)	56,3336
Vazão de projeto por adução (m³/s)	0,5

3 . REQUISITOS PARA O PROJETO E FABRICAÇÃO

3.1 Grades

a) Estrutura

A estrutura dos painéis das grades será de construção soldada e constituída de barras verticais de perfil retangular, montadas sobre um quadro de aço estrutural, dotado de sapatas deslizantes de apoio e de guia. As vigas horizontais principais dos painéis serão constituídas por chapas planas, não sendo admitidos perfilados para estas vigas. As barras verticais se apoiarão nas referidas vigas em pontos de encaixes formados por recortes nas vigas ou barras, após o que serão vinculadas por solda. Os painéis, naqueles casos já definidos, serão previstos com pinos de guia que garantam o alinhamento das barras verticais dos painéis sobrepostos.

A distância entre os eixos das barras será de 80 mm, e o espaçamento entre as mesmas será mantido constante através de barras chatas horizontais em número suficiente para garantir a estabilidade das barras verticais.

Na extremidade superior de cada painel da grade, naqueles casos já definidos, deverá ser prevista uma construção adequada, a fim de diminuir a folga entre o painel e o paramento de concreto, evitando com isso a entrada de detritos na câmara de adução.

Os painéis da grade apoiar-se-ão em guias laterais e na soleira. As guias laterais permitirão o deslizamento livre dos painéis.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Será previsto dispositivo de suspensão na face superior de cada painel de forma a permitir a retirada do mesmo pela viga pescadora. Os painéis da grade serão guiados até a cota do coroamento da Tomada d'Água.

A fim de facilitar o deslizamento dos painéis nas guias, serão previstas sapatas de bronze. Para apoio dos painéis existirão também batentes de bronze. A quantidade mínima destas sapatas e batentes será 2 (duas) em cada uma das cabeceiras de cada painel.

As sapatas deslizantes de guia e de apoio serão de bronze e ajustadas de modo que os painéis da grade sejam perfeitamente intercambiáveis. A fixação das sapatas ao painel será feita através de parafusaria de inox.

A tolerância de altura será de + 5 mm.

A tolerância entre a linha de centro e face lateral do painel será de + 0,5 mm.

A tolerância entre a linha de centro do painel e a linha de centro de qualquer barra será de + 1,5 mm.

Na extremidade inferior de cada painel da grade, naqueles casos já definidos, deverá ser prevista uma construção adequada, em forma de bandeja, voltada para montante, com a finalidade de coletar os detritos detidos na superfície da grade.

b) Critérios de Projeto

As grades serão projetadas para suportarem um carregamento normal constituído por uma carga uniformemente distribuída e igual a 0,05 MPa sobre toda sua superfície. As tensões admissíveis serão determinadas segundo os critérios da norma brasileira ou DIN 19704 para o caso de carga especificado.

A freqüência própria das barras verticais das grades deve ser no mínimo 1,8 vezes a freqüência de turbilhões alternados.

Deverá ser calculada, também, a resistência da grade aos esforços oriundos da operação de inclinação das grades para manutenção na crista da Tomada d'Água.

Excepcionalmente, a estrutura poderá estar submetida às solicitações correspondentes ao máximo esforço desenvolvido pelo guincho de levantamento, no caso de engripamento do painel por ocasião da sua remoção da ranhura.

3.2 Peças Fixas

As peças fixas da soleira e guias laterais das grades constituirão o conjunto de peças fixas das grades.

Os conjuntos das peças serão projetados para serem rígidos e levarão em conta a possibilidade de corrosão.

Os suportes das peças fixas serão constituídos de chapas ou perfilados.

Todas as peças fixas terão suas superfícies com tolerâncias de fabricação compatíveis com as tolerâncias de montagem, garantindo-se, deste modo, a facilidade de montagem e o perfeito posicionamento dos painéis.

As peças de espera a serem embutidas no concreto primário não fazem parte do presente fornecimento.

As peças fixas serão apropriadas para suportarem as cargas transmitidas pela grade e pela viga pescadora.

As peças fixas serão de construção soldada.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Todas as junções a serem feitas durante a montagem na Obra possuirão talas com parafusos, porcas e pinos de guia ou chavetas, posicionados durante a montagem da Fábrica.

Quando forem necessários chanfros para a solda de campo, os mesmos serão feitos na Fábrica da CONTRATADA.

Cada peça fixa possuirá hastes roscadas com porcas que, soldadas às peças de espera, servirão única e exclusivamente para o alinhamento, nivelamento e regulagem da posição de cada peça, assim como para garantia desta posição após a instalação e durante a concretagem secundária. As hastes roscadas terão comprimento de rosca suficiente para as finalidades acima descritas.

As barras de aço inoxidável de revestimento das peças fixas terão uma dureza de no mínimo BHN 350 e uma espessura acabada não inferior a 6 mm.

a) Peças Fixas de Soleira

A peça fixa de soleira será constituída de um perfil de chapas soldadas e hastes roscadas. Será prevista para suportar, principalmente, o peso dos painéis da grade e deverá ser projetada de modo a não favorecer o acúmulo de detritos.

b) Peças Fixas de Guia Lateral

As peças fixas de guia lateral terão dupla finalidade. Servirão tanto para o guiamento dos painéis das grades e respectiva viga pescadora, bem como para transmitir os esforços aplicados pela grade às vigas e pilares de concreto da Tomada D'água.

As peças fixas de guia lateral serão instaladas desde a soleira até o coroamento da Tomada D'água. Nas proximidades do coroamento, as peças fixas de guia lateral serão apropriadas para a introdução dos painéis da grade a partir da posição vertical.

As peças fixas de guia lateral serão constituídas de perfis soldados, e terão um número suficiente de suportes dotados de hastes roscadas convenientemente espaçadas.

As pistas de apoio e de guia lateral serão revestidas de barras de aço inoxidável.

As guias laterais fixadas no concreto secundário terão uma tolerância de + 1 mm num comprimento correspondente ao vão.

c) Critérios de Projeto

As peças fixas estarão sujeitas ao carregamento transmitido pelas grades propriamente ditas, bem como aos esforços de atrito devidos aos deslizamentos dos painéis das grades e dos esforços de rolamento da viga pescadora.

As peças fixas de guia lateral serão calculadas para suportar o eventual engripamento do painel da grade na remoção, considerando o painel submetido à máxima sobrecarga admissível no respectivo guincho de levantamento, limitada à atuação do seu dispositivo de sobrecarga. Essa situação será considerada como caso de carga especial.

3.3 Viga Pescadora

A viga pescadora será constituída de uma estrutura principal, dotada de ganchos, sistema de tirantes de acionamento dos ganchos e rodas de guia. Essa estrutura será constituída de vigas de construção soldada ou de perfis laminados.

O acoplamento da viga pescadora ao gancho do respectivo equipamento de levantamento será feito através de pino de aço inoxidável, incluído neste fornecimento.

Os centros de articulação dos ganchos, os centros dos pontos de suspensão dos painéis das grades e o centro da articulação de acoplamento com o gancho de elevação, pertencerão ao mesmo plano, o qual conterà o centro de gravidade de qualquer painel das grades.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

A viga pescadora será guiada nas peças fixas de guia lateral das grades por meio de rodas localizadas a jusante, a montante e lateralmente.

Os ganchos serão ligados a tirantes que permitirão as operações de engate e desengate automáticas com os pontos de suspensão da grade, devendo ser garantida a simultaneidade de acionamento dos ganchos.

O acoplamento automático dos ganchos será efetuado por sistema de contrapeso.

A disposição dos ganchos será tal que permita a operação de basculamento do painel suspenso da posição vertical para a horizontal, apoiando-o na crista da Tomada d'água.

A viga pescadora permitirá realizar as seguintes operações:

- Descer com o painel da grade até o seu local de operação ou estocagem e subir solitária.
- Descer solitária até o local de operação ou estocagem e subir com o painel da grade.

Todos os lugares onde possa haver acúmulo de água, serão providos de furos de drenagem.

A superfície aparente, sujeita à resistência da água, quando operada submersa, será a mínima possível.

Todos os eixos ou pinos que tenham contato com peças submetidas a movimentos angulares de qualquer amplitude, serão feitos de aço inoxidável e montados sobre buchas autolubrificantes apropriadas para utilização submersa em água.

A viga pescadora será prevista com dispositivo que permita a sua armazenagem nas próprias ranhuras de operação.

A viga pescadora será dimensionada considerando as condições descritas a seguir. Cada gancho suportará as seguintes condições de carregamento:

- 0,5 x (esforço máximo de manobra) x 1,15, como caso de carga normal;
- 0,5 x (carga de atuação do dispositivo de sobrecarga da elevação do gancho do respectivo equipamento de levantamento), como caso de carga excepcional.

3.4 Tampas

Fazem parte do fornecimento da CONTRATADA as tampas que cobrem as ranhuras de operação das grades das Tomadas d'Água.

As tampas serão niveladas com a elevação do respectivo coroamento.

As tampas serão fabricadas com perfis e chapas, serão de construção soldada e o piso em chapa xadrez.

Todas as tampas serão removíveis e os quatro pontos de suspensão não serão salientes.

As peças fixas para assentamento das tampas serão fabricadas com perfilados e providas dos necessários dispositivos de ancoragem ao concreto.

Quando fora da posição de trabalho, qualquer uma das tampas será estocada sobre o concreto ou sobre outra tampa qualquer; para tanto serão previstos os apoios necessários, os quais não danificarão a pintura da outra tampa sobre a qual estará estocada.

Toda água de qualquer origem será convenientemente drenada.

As tampas serão devidamente calculadas para resistirem a um carregamento de 5 kN/m².



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

4 . FABRICAÇÃO E INSPEÇÃO

4.1 Generalidades

Nenhuma inspeção ou ensaio deverá ser efetuada sem que os desenhos e listas de materiais tenham sido devidamente aprovados pela CONTRATANTE.

Para as exigências básicas de fabricação e inspeção, consultar a CT.4 - Fabricação e Inspeção, apresentada neste Volume.

4.2 Montagem na Fábrica

Todos os equipamentos estarão sujeitos a inspeção durante a fabricação e testes finais na Fábrica da CONTRATADA, pelos fiscais da CONTRATANTE, não eximindo em nenhuma hipótese a CONTRATADA de quaisquer obrigações e responsabilidades contratuais.

Os equipamentos serão liberados para transporte somente após o parecer favorável da CONTRATANTE.

O custo decorrente das inspeções referentes a este item será suportado pela CONTRATADA.

De modo geral os equipamentos ou suas partes serão pré-montados ou montados em condições de serviço, com as uniões e emparelhamento reais, na Fábrica da CONTRATADA.

Marcas de emparelhamento serão convenientemente executadas de modo legível, por meio de pintura e punção, de modo a assegurar um acoplamento correto, quando da montagem na Obra da CONTRATANTE. Montagens especiais serão feitas com auxílio de pinos de guia.

Cada conjunto pré-montado ou montado na Fábrica será inspecionado pela CONTRATANTE, conforme indicado a seguir.

Serão pré-montadas em posição horizontal, para todas as aduções, as soleiras completas. Os tramos das peças fixas de guia lateral, serão pré-montados em separado, também em posição horizontal.

A viga pescadora será montada completa, devendo ser verificada as manobras de engate e desengate dos ganchos com cada painel.

Será ainda verificado o perfeito alinhamento de cada painel e viga pescadora em relação ao centro de gravidade do conjunto.

Todos os painéis das grades serão montados horizontalmente para verificações dimensionais e serão controlados por gabaritos que verificarão planicidade, alinhamento, acoplamento e tolerâncias entre barras verticais.

5 . ENSAIOS DE FUNCIONAMENTO

5.1 Generalidades

Os Ensaios de Funcionamento na Obra a serem executados pela CONTRATANTE não eximem, em nenhuma hipótese, a CONTRATADA de quaisquer das suas obrigações e responsabilidades contratuais.

Todos os Ensaios de Funcionamento na Obra serão executados pela CONTRATANTE, com supervisão da CONTRATADA.

Após os Ensaios na Obra serão elaborados os respectivos relatórios, os quais apresentarão todos os valores obtidos nos correspondentes Ensaios, ficando sujeitos à análise da CONTRATANTE.

Os Ensaios descritos para um equipamento ou sua parte estendem-se aos equipamentos ou partes do mesmo tipo.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

De modo geral, os aparelhos, dispositivos e cargas de ensaio, utilizados durante os Ensaio, serão fornecidos pela CONTRATANTE.

A indicação dos Ensaio definidos nos itens 5.2 e 5.3 destas CONDIÇÕES TÉCNICAS é orientativa, podendo a CONTRATANTE solicitar uma extensão ou outros tipos de Ensaio, além dos indicados, caso julgar necessário para verificação da qualidade ou desempenho do equipamento, desde que tais ensaios não afetem as suas características principais.

Após a efetivação de todos os Ensaio pela CONTRATANTE, com a supervisão da CONTRATADA, e sanadas todas as deficiências ou irregularidades eventualmente levantadas durante essa fase de trabalho, serão feitas novas inspeções para constatar que todas as correções foram executadas e eliminadas todas as deficiências ou irregularidades observadas.

5.2 Ensaio Iniciais na Obra

Quando da realização dos Ensaio Iniciais na Obra, serão obedecidas todas as condições do item 5.1 destas CONDIÇÕES TÉCNICAS.

Todos os equipamentos, após definitivamente montados na Obra, serão submetidos a ensaios de funcionamento, em vazio, com carga nominal e com sobrecarga, quando especificado ou exigido por norma técnica aplicável.

Serão verificadas todas as características de funcionamento, exigidas nestas CONDIÇÕES TÉCNICAS e fornecidas pela CONTRATADA nos memoriais de cálculo, desenhos, manuais de operação e catálogos do equipamento ou de seus componentes. Será verificado se todos os componentes do equipamento trabalham sob condições normais de operação, definidas naqueles documentos ou em normas técnicas aplicáveis.

Após os ensaios acima e desde que não se constate nenhum defeito nos equipamentos, bem como não exista nenhum problema contratual pendente, será elaborado um relatório contendo todos os valores obtidos durante os Ensaio Iniciais da Obra, que corresponderá ao "Recebimento Inicial do Equipamento".

Se até o término do Período de Garantia, ocorrerem funcionamento deficiente, variações, ou desgastes inadmissíveis, a CONTRATADA será responsável pelas correções.

5.3 Ensaio Finais na Obra

No fim do Período de Garantia, a CONTRATANTE terá o direito de realizar os Ensaio definidos nestas CONDIÇÕES TÉCNICAS, aplicáveis, ou outros que julgar necessários, podendo, inclusive, quando o tipo de ensaio o exigir, desmontar parte do equipamento para verificações necessárias.

Se os resultados dos Ensaio forem favoráveis em todos os pontos e demonstrarem que o equipamento corresponde às condições de funcionamento especificadas, será elaborado para cada conjunto um relatório contendo os valores obtidos que corresponderá ao "Recebimento Final do Equipamento".

Sendo constatados desgastes excessivos, deformações, rompimento por fadiga, alterações nas características de operação, divergências inaceitáveis em relação aos ensaios anteriores, ou em relação a estas CONDIÇÕES TÉCNICAS, a CONTRATADA fará as verificações de projeto para determinar as causas das irregularidades, bem como as devidas modificações e/ou correções no equipamento, suportando todos os custos decorrentes, desde que as irregularidades não sejam devidas ao uso incorreto do equipamento.

Se o equipamento não desempenhar as funções previstas nestas CONDIÇÕES TÉCNICAS e sendo impossível efetuar as correções necessárias, o mesmo será refogado e substituído.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

6 . PROTEÇÃO E PINTURA

As grades e complementos serão entregues totalmente pintados. A pintura anti-corrosiva será efetuada segundo a especificação apresentada na “CT.5 - Proteção e Pintura”, incluída neste Volume, de acordo com os esquemas de pintura e cores abaixo relacionados:

COMPONENTE	ESQUEMA	COR
Peças Fixas	B	Preta
Painel da Grade	A	Preta
Viga Pescadora	A	Preta
Tampas	A	Preta

7 . PROJETO EXECUTIVO

Entre os documentos de projeto, deverão ser fornecidos no mínimo os seguintes:

- conjunto e detalhes da grade
- conjunto e detalhes das ranhuras de operação
- conjunto e detalhes de cada jogo de peças fixas
- conjunto e detalhes de cada peça fixa
- conjunto e detalhes da viga pescadora
- conjunto e detalhes das tampas
- esquema de pintura
- desenhos de transporte
- manuais de montagem, operação e manutenção

Os documentos acima devem ser fornecidos juntamente com as respectivas listas de materiais e memoriais de cálculo, se aplicáveis.

8 . PEÇAS SOBRESSALENTES

As peças sobressalentes a seguir discriminadas deverão fazer parte integrante do fornecimento para cada conjunto de grades.

Todas as peças sobressalentes serão intercambiáveis com todas as peças que substituirão, e serão fabricadas considerando que o emprego dos materiais, processos de fabricação, ensaios e inspeções serão iguais aos estabelecidos na fabricação das peças originais:

- sapatas revestidas de bronze com respectivos parafusos de fixação para reparação de 03 (três) painéis da grade;
- 01 (um) jogo de buchas auto-lubrificantes para a viga pescadora;
- conjuntos de rodas para a viga pescadora completos.

9 . DADOS A SEREM FORNECIDOS COM A PROPOSTA

A CONTRATADA deverá fornecer uma descrição técnica detalhada de todo o equipamento, de seus componentes e dos principais materiais utilizados.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

A CONTRATADA fornecerá entre outras as seguintes características técnicas:

- tipo de grade
- número de painéis das grades
- massa de um painel da grade completo
- largura, altura e espessura máxima de um painel da grade
- quantidades de jogos de peças fixas das ranhuras de operação
- massa de cada jogo de peças fixas das ranhuras de operação
- quantidades de eletrodos necessários, para aço estrutural e para aço inoxidável, para a montagem das peças fixas na Obra
- massa da viga pescadora
- esquemas de proteção e pintura
- desenhos de implantação, apresentando no mínimo:
 - conjuntos dos equipamentos com dimensões principais
 - cortes pelas ranhuras e soleira mostrando os equipamentos e as peças fixas
- relação de peças sobressalentes

CT.2 - COMPORTA ENSECADDEIRA

1 . OBJETIVO

Estas CONDIÇÕES TÉCNICAS fixam os requisitos técnicos mínimos para o fornecimento das comportas ensecadeiras das:

- Usinas Hidrelétricas Salgado I e Salgado II;
- Estruturas de Controle de Superfície de saída de reservatório.

localizadas no Trecho III, referentes ao Projeto de Transposição de Água do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional.

2 . CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTOS

2.1 Características Gerais

Nas Tomadas D'água das Usinas Hidrelétricas, as comportas ensecadeiras terão como função vedar e permitir o fechamento dos condutos adutores, possibilitando a inspeção geral e a manutenção dos respectivos condutos.

Nos tubos de sucção das usinas serão previstas comportas ensecadeiras com a função de possibilitar a manutenção das unidades geradoras. Em princípio, haverá dois jogos de painéis, tanto para Salgado I como para Salgado II. Um jogo atenderá o fechamento da unidade geradora menor, e o outro jogo atenderá o fechamento das outras três unidades.

Nas Estruturas de Controle de Superfície, serão utilizadas duas comportas ensecadeiras a serem colocadas em ranhuras a montante e a jusante da comporta segmento.

A estocagem desses painéis será feita em ranhuras de operação.

A comporta ensecadeira será subdividida em painéis de mesmas dimensões e intercambiáveis, onde aplicável.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

As comportas ensecadeiras serão metálicas de construção soldada, com paramento e plano de vedação voltado para o lado contrário da água retida. Serão guiados por sapatas guias instaladas nas cabeceiras e serão manobrados isoladamente, em meio equilibrado, com auxílio dos equipamentos de levantamento.

Nas tomadas d'água das Usinas Hidrelétricas as comportas serão equipadas com rodas, para permitir o fechamento dos condutos adutores com fluxo passando, para uma operação de fechamento emergencial.

Para equilíbrio de pressões nas faces montante e jusante da comporta ensecadeira, deverá ser utilizado um sistema de *by-pass* incorporado ao painel inferior (ou painel único), composto de 2 (duas) válvulas com diâmetros compatíveis com as dimensões da comporta, operadas simultaneamente pelo próprio peso da viga pescadora.

Os outros painéis (quando houver) deverão ser providos de hastes de acionamento do *by-pass*.

A estocagem do painel da comporta ensecadeira será feita através de dispositivos de calagem.

A viga pescadora possuirá pontos de sustentação compatíveis com as dimensões do gancho do equipamento de levantamento.

A viga pescadora também será estocada nas ranhuras de operação, através de dispositivos de calagem.

2.2 Características Principais

As características principais das comportas ensecadeiras estão apresentadas nas tabelas abaixo:

TOMADA D'ÁGUA DAS USINAS	Salgado I	Salgado II
Quantidade de aduções	1	1
Quantidade de comportas	1	1
Quantidade de painéis por comporta	1	1
Quantidade de jogos de peças fixas por Usina	1	1
Quantidade de vigas pescadoras por Estação	1	1
Vão livre (m)	4	4
Altura livre (m)	4	4
Elevação da soleira (m)	369,68	298,64
Elevação do coroamento	384	312,30
Nível d'água máximo maximorum de montante	383,25	311,44
Nível d'água normal de montante	380,25	309,23
Nível d'água mínimo de montante	377,35	306,31



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

TUBO DE SUÇÃO	SALGADO I		SALGADO II	
	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 1	Tipo 2
Nº de unidades geradoras atendidas	3	1	3	1
Vão livre (m)	5,1	3,33	5,1	3,3
Altura Livre (m)	5,2	5,2	5	5
Quantidade de comportas	1	1	1	1
Quantidade de painéis por comporta	3	3	3	3
Altura de um painel (m)	1,73	1,73	1,67	1,67
Largura de um painel	5,4	3,6	5,4	3,6
Elevação da soleira	299,3	299,3	233,5	235,5
Elevação da borda superior da abertura	304,5	304,5	238,5	238,5
Elevação do topo das peças fixas	311,6	311,6	251,9	251,9

ESTRUTURA DE CONTROLE	EC de SUPERFÍCIE para 45,10 m ³ /s - montante	EC de SUPERFÍCIE para 45,10 m ³ /s - jusante
Quantidade de aduções por Estrutura	4	4
Quantidade de comportas	1	1
Quantidade de painéis por comporta	4	3
Quantidade de jogos de peças fixas por Estrutura / TA	4	4
Vão livre (m)	3,8	3,8
Altura do painel (m)	1,10	1,49
Quantidade de vigas pescadoras	1	

As elevações da estrutura e os correspondentes níveis d'água estão apresentados nas tabelas das comportas segmento (ver CT.3).

3 . REQUISITOS PARA O PROJETO E FABRICAÇÃO

3.1 Comporta Ensecadeira

a) Tabuleiro

O tabuleiro de cada painel da comporta ensecadeira será de construção soldada e possuirá uma chapa estanque a jusante, devidamente nervurada, apoiada em uma armação de aço estrutural formada por vigas horizontais, estendidas entre cabeceiras e espaçadas entre si de modo que a carga hidráulica aplicada se distribua igual e uniformemente.

A carga hidráulica suportada pela estrutura da comporta será transferida às estruturas de concreto somente através das cabeceiras, as quais atuarão sobre as peças fixas. Cada cabeceira terá os cantos arredondados na face de encosto com a referida peça fixa.

As vigas horizontais deverão ser unidas entre si por meio de diafragmas verticais, de modo que seja conferido ao tabuleiro a resistência e a rigidez necessárias para que o mesmo suporte os esforços aplicados durante a operação, o transporte e a montagem da comporta.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

A estanqueidade será obtida através de vedações que assentarão em barras ou perfis, com a tolerância de planicidade definida no projeto e assegurada por meio de usinagem, esmerilhamento ou calibração de calderaria. A fixação das vedações no tabuleiro será feita por meio de barras de aperto e, sempre que possível, por meio de parafusos passantes. Os parafusos, porcas e arruelas serão de aço inoxidável.

Quando houver, o painel superior se assentará perfeitamente sobre o painel inferior e será assegurada uma uniformidade de folgas com o objetivo de garantir boa vedação entre eles e evitar esmagamento excessivo das borrachas.

O painel inferior se apoiará também lateralmente na soleira, através das cabeceiras.

O painel de comporta possuirá dois pontos de suspensão localizados simetricamente em relação ao centro e que servirão nas operações de movimentação da comporta através da viga pescadora. O centro de gravidade do painel e seus pontos de suspensão deverão estar em um mesmo plano, paralelo à chapa de paramento.

O painel possuirá no mínimo quatro peças de guia lateral, duas em cada uma de suas cabeceiras. Os eixos de simetria dessas peças pertencerão a um plano que conterá também o centro de gravidade dos painéis. Essas peças de guia serão ajustadas para a regulagem de sua folga em relação às peças fixas por meio de calços de aço inoxidável e serão fixados por meio de parafusos e porcas em aço inoxidável.

As comportas ensecadeiras das Tomadas D'Água das Usinas Hidrelétricas serão equipadas com rodas para fechamento com fluxo passando.

Todos os lugares onde possam haver acúmulo de água serão providos de furos de drenagem.

Todas as superfícies da estrutura permitirão amplo acesso para fins de aplicação dos processos de limpeza e pintura.

Todas as soldas deverão ser estanques.

b) Válvulas *by-pass*

Os dispositivos de acionamento das válvulas *by-pass*, as quais estarão dispostas simetricamente em relação à linha de centro da comporta, terão os eixos ou pinos de articulação, parafusos, porcas de fixação, superfícies de contato com vedações ou com buchas de guia executados em aço inoxidável AISI 304 ou similar. As buchas de articulação ou deslizamento desses dispositivos serão autolubrificantes e próprias para trabalho submerso em água.

c) Vedações

A comporta possuirá vedações as quais deverão atuar contra as peças fixas de montante.

As peças de vedação serão fixadas com placas de aço isentas de cantos vivos, por meio de parafusos, porcas e arruelas de aço inoxidável AISI 304. Serão criadas condições que permitam a regulagem das peças de vedação, levando-se em conta as folgas existentes entre as peças fixas e as partes móveis.

O sistema de vedação será projetado utilizando-se borracha prensada de dureza 60 a 70 'SHORE' na escala "A", de modo a assegurar uma vedação que atenda aos limites de vazamento estabelecidos nestas CONDIÇÕES TÉCNICAS, estando a comporta fechada.

As vedações nos cantos serão feitas, sempre que possível, em uma única peça fundida, que será vulcanizada às respectivas peças laterais e frontal. Em outros casos, a continuidade da vedação nos cantos será obtida por pré-compressão das vedações.

Não serão aceitas outras emendas que não sejam as acima citadas nem operações de vulcanização na Obra.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

As peças de vedação serão acondicionadas separadamente para fins de transporte e armazenagem. A CONTRATADA deverá fornecer instruções para este acondicionamento tendo em vista o armazenamento das peças de reserva.

A pressão d'água colaborará no efeito de vedação.

Os sistemas de fixação das vedações serão concebidos de maneira a impossibilitar, de modo irrefutável, qualquer redução dos graus de compressão impostos às vedações, quando em posição de trabalho. As vedações serão fornecidas com um excesso de comprimento de 50 mm para fins de ajustagem na montagem, onde aplicável.

As barras de aperto das vedações serão furadas em conjunto com os painéis da comporta e serão identificadas antes de serem desmontadas. Quando montadas, a folga entre duas barras de aperto adjacentes não excederá 4 mm.

A furação das vedações será sempre executada na Obra. Qualquer procedimento distinto dos acima descritos será objeto de acordo entre a CONTRATADA e a CONTRATANTE.

d) Critérios de Projeto

A comporta ensecadeira e seus componentes serão projetados considerando-se as condições descritas a seguir:

Dimensionamento

- Fechará sob ação do peso próprio com pressões hidráulicas equilibradas, ou no caso das comportas das tomadas d'água das Usinas, com fluxo passante.
- Abrirá somente com pressões hidráulicas equilibradas.
- Resistirá à pressão d'água correspondente ao nível máximo maximorum de montante, estando vazio o lado a jusante, considerado como caso de carga especial.
- Resistirá à pressão d'água correspondente ao nível máximo normal de montante, estando vazio o lado a jusante, considerado como caso de carga normal.
- Cada ponto de suspensão será dimensionado para suportar as condições de carga mais desfavoráveis entre as descritas a seguir:
 - 0,5 x (esforço máximo de manobra) x 1,15, como caso de carga normal;
 - 0,5 x (carga de atuação do dispositivo de sobrecarga da elevação da talha elétrica da monovia), como caso de carga excepcional.

Esforço de Manobra

Os coeficientes de atrito a serem considerados são os seguintes:

MATERIAL	ESTÁTICO		CINÉTICO	
	MÁXIMO	MÍNIMO	MÁXIMO	MÍNIMO
Vedações de Neoprene sobre aço inoxidável	1,50	0,80	0,80	0,40
“Teflon” sobre aço inoxidável	0,20	0,10	0,10	0,05
Aço sobre aço, não lubrificado	0,70	0,50	0,50	0,30
Aço sobre aço, lubrificado	0,50	0,10	0,30	0,05
Mancais de bronze lubrificadas à graxa	-	-	0,10	0,05



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- A pré-compressão das vedações será também considerada e expressa em toneladas por metro.
- O valor adotado nos cálculos será justificado em função do perfil empregado e do grau de pré-compressão imposto ao mesmo.
- O esforço máximo calculado para manobra será obtido empregando-se os coeficientes de atrito mais desfavoráveis.
- O peso da comporta incluirá o peso da pintura.

3.2 Dispositivos de Calagem

Os dispositivos de calagem serão de acionamento manual. Suas localizações e dimensões serão determinadas pela CONTRATADA, de modo a permitir que cada painel da comporta ensecadeira, quando estocado, tenha o seu ponto mais alto de modo a não interferir com a tampa de cobertura.

Cada dispositivo possuirá um braço montado sobre bucha autolubrificante e basculará em torno do eixo de aço inoxidável. O eixo terá duplo apoio, um de cada lado do respectivo braço.

Os dispositivos de calagem, suas peças fixas e os apoios de calagem do painel da comporta suportarão o peso do painel multiplicado pelo fator de impacto de 1,25 como caso de carga normal. O máximo esforço do operador será de 100 N.

3.3 Peças Fixas

Os conjuntos das peças fixas serão projetados para serem rígidos e levarão em conta a possibilidade de corrosão.

Os suportes das peças fixas serão constituídos de chapas e perfilados.

Todas as peças fixas terão suas superfícies com tolerâncias de fabricação compatíveis com as tolerâncias de montagem, garantindo-se, deste modo, a facilidade de montagem, o perfeito posicionamento dos painéis e o perfeito funcionamento das vedações.

As peças de espera a serem embutidas no concreto primário não fazem parte do presente fornecimento.

As peças fixas fornecidas pela CONTRATADA serão apropriadas para suportarem as cargas transmitidas pela comporta e pela viga pescadora.

As peças fixas serão de construção soldada.

Quando forem necessários chanfros para a solda de campo, os mesmos serão feitos na Fábrica da CONTRATADA.

Todas as junções a serem feitas durante a montagem na Obra possuirão talas com parafusos, porcas e pinos de guia ou chavetas, posicionados durante a montagem na Fábrica.

Cada peça fixa possuirá hastes roscadas com porcas que, soldadas às peças de espera no concreto primário, servirão única e exclusivamente para o alinhamento, nivelamento e regulagem da posição de cada peça, assim como para garantia desta posição após a instalação e durante a concretagem secundária. As hastes roscadas terão comprimento de rosca suficiente para as finalidades acima descritas.

Cada conjunto de peças fixas referentes às ranhuras de operação da comporta ensecadeira será constituído de peças fixas de apoio e de vedação lateral, de frontal (quando houver), de guia lateral, de soleira e de calagem da comporta (quando houver).

As barras de aço inoxidável de revestimento das peças fixas terão uma dureza de no mínimo BHN 350 e uma espessura acabada não inferior a 6 mm.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

a) Peças Fixas de Apoio e de Vedação Lateral

A peça fixa de apoio e vedação lateral será constituída de uma viga formada de chapas soldadas, revestida de aço inoxidável nas zonas de apoio das cabeceiras e da vedação lateral.

Essa viga transmitirá ao concreto as cargas aplicadas pelas cabeceiras dos painéis da comporta ensecadeira. Essa peça fixa será instalada a partir da soleira até a altura da frontal ou do coroamento, conforme o caso.

A extremidade superior dessa peça fixa será convenientemente dobrada para facilitar a colocação da comporta nas suas guias. Solidária a esta peça fixa, existirá uma blindagem para proteção das arestas de concreto.

b) Peças Fixas de Guia Lateral

As peças fixas de guia lateral da comporta ensecadeira serão constituídas de trilhos segundo os requisitos da norma ASTM-A1.

Os trilhos deverão se estender desde a soleira até o nível do dispositivo de calagem, onde deverá ter chanfros adequados para facilitar a entrada da comporta e da viga pescadora.

Dois perfis cantoneira, verticais, deverão proteger as arestas de concreto à montante.

c) Peças Fixas da Soleira

A peça fixa da soleira da comporta será constituída de um perfil de chapas soldadas. Uma barra chata de aço inoxidável será soldada à aba do perfil e constituirá o apoio da vedação da soleira. Haverá prolongamentos laterais na peça da soleira a fim de possibilitar apoio das cabeceiras da comporta. Tais prolongamentos serão também revestidos de aço inoxidável.

d) Peças Fixas da Frontal

A peça fixa da frontal será constituída de chapas de aço carbono soldadas, com reforços devidamente espaçados. A borda inferior da peça fixa frontal deverá ser dobrada para jusante de modo que haja concordância da mesma com o perfil de concreto.

Na superfície vertical da frontal será soldada uma barra chata de aço inoxidável para assento da vedação frontal. Não haverá contato entre as vedações e o aço carbono da peça fixa. A superfície de vedação (borda superior da peça fixa) será dobrada também para jusante a fim de garantir a compressão progressiva da vedação e a concordância da vedação frontal com a vedação lateral.

e) Peças Fixas da Calagem

A peça fixa de calagem será a própria base que serve de apoio para o braço articulado.

Essas peças fixas serão instaladas em rebaixos situados em ambas as laterais das ranhuras.

f) Critérios de Projeto

As peças fixas suportarão e transmitirão às estruturas de concreto os carregamentos respectivos.

A peça fixa frontal será carregada apenas pela vedação frontal.

As peças fixas da soleira serão projetadas considerando-se os esforços máximos atuantes devidos ao peso próprio da comporta mais cargas hidráulicas.

3.4 Viga Pescadora

A viga pescadora será constituída de uma estrutura principal, dotada de ganchos, sistema de tirantes de acionamento dos ganchos e rodas de guia. Essa estrutura será constituída de vigas de construção soldada ou de perfis laminados.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

O acoplamento da viga pescadora ao gancho do respectivo equipamento de levantamento será feito através de pino de aço inoxidável, incluído neste fornecimento.

A construção da viga pescadora será tal que, estando o painel da comporta ensecadeira a ela acoplada, este achar-se-á rigorosamente na posição vertical.

A viga pescadora será guiada nas peças fixas de guia lateral da comporta por meio de rodas biflangeadas.

Os ganchos serão ligados a tirantes que permitirão as operações de engate e desengate automáticas com os pontos de suspensão da comporta, sendo garantida a simultaneidade de acionamento dos ganchos.

O acoplamento automático dos ganchos será efetuado por sistema de contrapeso. A viga pescadora permitirá realizar as seguintes operações:

Descer com o equipamento até o seu local de operação ou calagem e subir solitária.

Descer solitária até o local de operação ou calagem, acionar pelo peso próprio as válvulas *bypass* e subir com o equipamento.

Todos os lugares onde possa haver acúmulo de água, serão providos de furos de drenagem.

A superfície aparente, sujeita à resistência da água, quando operada submersa, será a mínima possível.

Todos os eixos ou pinos que tenham contato com peças submetidas a movimentos angulares de qualquer amplitude, serão feitos de aço inoxidável e montados sobre buchas autolubrificantes apropriadas para utilização submersa em água.

A viga pescadora será dimensionada considerando as condições descritas a seguir.

Cada gancho suportará as seguintes condições de carregamento:

- 0,5 x (esforço máximo de manobra) x 1,15, como caso de carga normal;
- 0,5 x (carga de atuação do dispositivo de sobrecarga da elevação do guincho), como caso de carga excepcional.

3.5 Tampas das Ranhuras

Fazem parte do fornecimento da CONTRATADA as tampas que cobrem as ranhuras de operação da comporta ensecadeira.

As tampas serão niveladas com a elevação do coroamento.

As tampas serão fabricadas com perfis e chapas, serão de construção soldada e o piso em chapa xadrez.

Todas as tampas serão removíveis e os quatro pontos de suspensão não serão salientes.

As peças fixas para assentamento das tampas serão fabricadas com perfilados e providas dos necessários dispositivos de ancoragem ao concreto.

Quando fora da posição de trabalho, qualquer uma das tampas será estocada sobre o concreto ou sobre outra tampa qualquer; para tanto serão previstos os apoios necessários, os quais não danificarão a pintura da outra tampa sobre a qual estará estocada.

Toda água de qualquer origem será convenientemente drenada.

As tampas serão devidamente calculadas para resistirem a um carregamento de 5 kN/m².



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

4 . FABRICAÇÃO E INSPEÇÃO

4.1 Generalidades

Nenhuma inspeção ou ensaio deverá ser efetuada sem que os desenhos e listas de materiais tenham sido devidamente aprovados pela CONTRATANTE.

Para as exigências básicas de fabricação e inspeção, consultar a “CT.4 - Fabricação e Inspeção”, apresentada neste Volume.

4.2 Ensaio na Fábrica

Todos os equipamentos estarão sujeitos a inspeção durante a fabricação e testes finais na Fábrica da CONTRATADA, pelos inspetores da CONTRATANTE, não eximindo em nenhuma hipótese a CONTRATADA de quaisquer obrigações e responsabilidades contratuais.

Os equipamentos serão liberados para transporte somente após o parecer favorável da CONTRATANTE.

O custo decorrente das inspeções referentes a este item será suportado pela CONTRATADA.

De modo geral os equipamentos ou suas partes serão pré-montados ou montados em condições de serviço, com as uniões e emparelhamento reais, na Fábrica da CONTRATADA.

Marcas de emparelhamento serão convenientemente executadas de modo legível, por meio de pintura e punção, de modo a assegurar um acoplamento correto, quando da montagem na Obra da CONTRATANTE. Montagens especiais serão feitas com auxílio de pinos de guia.

Cada conjunto pré-montado ou montado na Fábrica será inspecionado pela CONTRATANTE para verificação de planicidade, alinhamento, acoplamento e controle dimensional, conforme indicado a seguir.

Os tabuleiros dos painéis da comporta serão totalmente pré-montados na Fábrica.

Serão pré-montadas em posição horizontal, as vigas frontal e soleira completas, com seus tramos laterais. Os restantes elementos das peças fixas, serão pré-montados em separado, também em posição horizontal, considerados 2 (dois) a 2 (dois), cada parte com a parte adjacente.

A viga pescadora será montada completa, devendo ser verificada as manobras de engate e desengate dos ganchos com cada painel.

Será ainda verificado o perfeito alinhamento de cada painel e viga pescadora em relação ao centro de gravidade do conjunto.

5 . ENSAIOS DE FUNCIONAMENTO

5.1 Generalidades

Os Ensaio de Funcionamento na Obra a serem executados pela CONTRATANTE não eximem, em nenhuma hipótese, a CONTRATADA de quaisquer das suas obrigações e responsabilidades contratuais.

Todos os Ensaio de Funcionamento na Obra serão executados pela CONTRATANTE, com supervisão da CONTRATADA.

Após os Ensaio na Obra serão elaborados os respectivos relatórios, os quais apresentarão todos os valores obtidos nos correspondentes Ensaio, ficando sujeitos à análise da CONTRATANTE.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Os Ensaios descritos para um equipamento ou sua parte estendem-se aos equipamentos ou partes do mesmo tipo.

De modo geral, os aparelhos, dispositivos e cargas de ensaio, utilizados durante os Ensaios, serão fornecidos pela CONTRATANTE.

A indicação dos Ensaios definidos nos subitens 5.2 e 5.3 destas CONDIÇÕES TÉCNICAS é orientativa, podendo a CONTRATANTE solicitar uma extensão ou outros tipos de Ensaios, além dos indicados, caso julgar necessário para verificação da qualidade ou desempenho do equipamento, desde que tais ensaios não afetem as suas características principais.

Após a efetivação de todos os Ensaios pela CONTRATANTE, com a supervisão da CONTRATADA, e sanadas todas as deficiências ou irregularidades eventualmente levantadas durante essa fase de trabalho, serão feitas novas inspeções para constatar que todas as correções foram executadas e eliminadas todas as deficiências ou irregularidades observadas.

5.2 Ensaios Iniciais na Obra

Quando da realização dos Ensaios Iniciais na Obra, serão obedecidas todas as condições do subitem 5.1 desta CONDIÇÕES TÉCNICAS.

Todos os equipamentos, após definitivamente montados na Obra, serão submetidos a ensaios de funcionamento, em vazio, com carga nominal e com sobrecarga, quando especificado ou exigido por norma técnica aplicável.

Serão verificadas todas as características de funcionamento, exigidas nestas CONDIÇÕES TÉCNICAS e fornecidas pela CONTRATADA nos memoriais de cálculo, desenhos, manuais de operação e catálogos do equipamento ou de seus componentes. Será verificado se todos os componentes do equipamento trabalham sob condições normais de operação, definidas naqueles documentos ou em normas técnicas aplicáveis.

Na vedação entre a comporta e as peças fixas, o vazamento admissível será no máximo igual a 3 dm³ por minuto e por metro linear de vedação.

Após os ensaios acima e desde que não se constate nenhum defeito nos equipamentos, bem como não exista nenhum problema contratual pendente, será elaborado um relatório contendo todos os valores obtidos durante os Ensaios Iniciais na Obra, que corresponderá ao "Recebimento Inicial do Equipamento".

Se até o término do Período de Garantia, ocorrerem funcionamento deficiente, variações, ou desgastes inadmissíveis, a CONTRATADA será responsável pelas correções.

5.3 Ensaios Finais na Obra

No fim do Período de Garantia a CONTRATANTE terá o direito de realizar os Ensaios definidos nestas CONDIÇÕES TÉCNICAS, aplicáveis, ou outros que julgar necessários, podendo, inclusive, quando o tipo de ensaio o exigir, desmontar parte do equipamento para verificações necessárias.

Se os resultados dos Ensaios forem favoráveis em todos os pontos e demonstrarem que o equipamento corresponde às condições de funcionamento especificadas, será elaborado para cada conjunto um relatório contendo os valores obtidos que corresponderá ao "Recebimento Final do Equipamento".

Sendo constatados desgastes excessivos, deformações, rompimento por fadiga, alterações nas características de operação, divergências inaceitáveis em relação aos ensaios anteriores, ou em relação a estas CONDIÇÕES TÉCNICAS, a CONTRATADA fará as verificações de projeto para determinar as causas das irregularidades, bem como as devidas modificações e/ou correções no equipamento, suportando todos os custos decorrentes, desde que as irregularidades não sejam devidas ao uso incorreto do equipamento.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Se o equipamento não desempenhar as funções previstas nestas CONDIÇÕES TÉCNICAS e sendo impossível efetuar as correções necessárias, o mesmo será refugado e substituído.

6 . PROTEÇÃO E PINTURA

A comporta ensecadeira e complementos serão entregues totalmente pintados. A pintura anti-corrosiva será efetuada segundo a especificação apresentada na “CT.5 - Proteção e Pintura, incluída neste Volume, de acordo com os esquemas de pintura e cores abaixo relacionados:

COMPONENTE	ESQUEMA	COR
Peças Fixas	B	Preta
Painel da Comporta	A	Preta
Viga Pescadora	A	Preta
Tampas	A	Preta

7 . PROJETO EXECUTIVO

Entre os documentos de projeto, deverão ser fornecidos no mínimo os seguintes:

- conjunto e detalhes da comporta ensecadeira;
- conjunto e detalhes do tabuleiro;
- conjunto e detalhes das vedações;
- conjunto e detalhes de cada jogo de peças fixas;
- conjunto e detalhes de cada peça fixa;
- conjunto e detalhes do dispositivo de calagem;
- conjunto e detalhes da viga pescadora;
- conjunto e detalhes das tampas;
- esquema de pintura;
- desenhos de transporte;
- manuais de montagem, operação e manutenção.

Os documentos acima devem ser fornecidos juntamente com as respectivas listas de materiais e memoriais de cálculo, se aplicáveis.

8 . PEÇAS SOBRESSALENTES

As peças sobressalentes a seguir discriminadas deverão fazer parte integrante do fornecimento e deverão ser entregues juntamente com a entrega dos equipamentos.

Todas as peças sobressalentes serão intercambiáveis com todas as peças que substituirão, e serão fabricadas considerando que o emprego dos materiais, processos de fabricação, ensaios e inspeções serão iguais aos estabelecidos na fabricação das peças originais.

Para o conjunto de comportas ensecadeiras de, deverão ser fornecidas no mínimo as seguintes peças sobressalentes:

- sapatas de guia lateral para reparação de uma comporta;
- rodas e buchas para as comportas previstas para cortar o fluxo de água;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- um jogo completo de vedação para uma comporta, inclusive parafusos de inox para aperto de vedações;
- dois jogos de buchas auto-lubrificantes para a viga pescadora;
- um conjunto de rodas para a viga pescadora completo;
- duas buchas autolubrificantes para dispositivo de calagem;
- dois jogos de vedação e respectiva parafusaria para cada válvula *by-pass*.

9 . DADOS A SEREM FORNECIDOS COM A PROPOSTA

A CONTRATADA deverá fornecer uma descrição técnica detalhada de todo o equipamento, de seus componentes e dos principais materiais utilizados.

A CONTRATADA fornecerá entre outras as seguintes características técnicas:

- tipo de comporta;
- número de comportas;
- massa de uma comporta completa;
- largura, altura e espessura máxima do painel da comporta;
- quantidades de jogos de peças fixas;
- massa de cada jogo de peças fixas;
- quantidade de tampas;
- massa de cada tipo de tampa;
- quantidades de eletrodos necessários, para aço estrutural e para aço inoxidável, para a montagem das peças fixas na Obra;
- massa da viga pescadora;
- esquemas de proteção e pintura;
- desenhos de implantação, apresentando no mínimo:
 - conjuntos dos equipamentos com dimensões principais;
 - cortes pelas ranhuras, soleira e frontal mostrando os equipamentos e as peças fixas;
 - detalhe de fixação das vedações.
- relação de peças sobressalentes.

CT.3 - COMPORTAS SEGMENTO PARA AS ESTRUTURAS DE CONTROLE

1 . OBJETIVO

Estas CONDIÇÕES TÉCNICAS fixam os requisitos técnicos mínimos para o fornecimento das comportas segmento das:

- Estruturas de Controle de Superfície de saída de reservatório;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

2 . CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTOS

2.1 Características Gerais

Haverá uma estrutura de controle na saída do reservatório de Caiçara para Salgado I, para 45,10 m³/s. Essa estrutura têm por finalidade conter o volume d'água no reservatório e controlar a vazão de adução ao canal a jusante.

Está previsto na Estrutura de Controle de Superfície quatro vãos, sendo cada um equipado com uma comporta do tipo segmento. O acionamento de cada uma das comportas segmento é feito através de dois servomotores, enquanto que a operação de ambas as comportas é realizada por uma única central hidráulica, instalada na Casa de Comando situada no coroamento da estrutura.

Para manutenção de cada comporta segmento, o vão será fechado por meio de comportas ensecadeiras a serem colocadas a montante e a jusante da mesma.

As comportas segmento serão dimensionadas para operar abrindo ou cortando o fluxo correspondente a vazão máxima e fecharão sob a ação de seu próprio peso. Deste modo, o projeto deverá prever posições estruturais e forma geométrica do cutelo que minimizem eventuais efeitos vibratórios quando em operação.

As peças fixas laterais se estenderão desde a soleira até o nível do coroamento.

O acionamento de cada comporta será efetuado por dois servomotores de simples efeito, comandados por uma central óleo-hidráulica, única para as duas comportas. O servomotor será articulado em sua extremidade superior a uma travessa ancorada nas paredes laterais dos pilares e inferiormente ao tabuleiro.

Ambas as articulações de ligação à comporta e ao ponto fixo serão equipadas com juntas esféricas ou buchas esféricas do tipo autolubrificante para evitar, qualquer que seja a posição da comporta, esforços indesejáveis nos pontos de conexão com o servomotor.

Cada comporta possuirá um sistema de indicação de posição que acionará também o mecanismo dos microinterruptores para sinalização e controle de posicionamento da mesma.

A recuperação de posição da comporta no caso de eventual descida a partir de qualquer posição, devida a perdas de óleo, será realizada automaticamente.

Em conjunção com o indicador local será instalado 1 (um) conversor A/D para indicação remota de posição da comporta, através do sistema digital de supervisão e controle a distância.

Haverá 10 (dez) posições intermediárias de parada, entre as posições fechada e totalmente aberta, nas quais se dará a parada automática do movimento.

Será previsto um sistema de travamento mecânico convenientemente localizado e de fácil operação, incluído neste fornecimento, para calagem de cada comporta na sua posição de abertura máxima.

Os equipamentos de acionamento, comando e controle local das comportas serão localizados em uma sala no coroamento.

2.2 Características Principais

As características principais das comportas segmento de superfície e de fundo estão apresentadas na tabela abaixo:



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

ESTRUTURA DE CONTROLE	Caiçara para Salgado I
Tipo de comporta	Segmento de superfície
Acionamento	Servomotor óleo-hidráulico
Quantidade de comportas	4
Quantidade de jogos de peças fixas	4
Vão livre (m)	3,8
Altura do paramento na vertical (m)	4,95
Raio externo da comporta (m)	6,7
Elevação da borda inferior (comporta totalmente aberta) (m)	388,75
Elevação do eixo do mancal principal da comporta (m)	387,6
Elevação do eixo do mancal superior do servomotor (m)	389,8
Elevação da soleira (m)	383,4
Elevação do coroamento (m)	390
Nível d'água máximo maximorum de montante (m)	389,25
Nível d'água normal de montante (m)	387,29
Velocidade de abertura das comportas (m/min)	0,5
Velocidade de fechamento das comportas (m/min)	1
Quantidade de servomotores por comporta	2
Quantidade de centrais óleo-hidráulicas	1
Vazão máxima de (1) uma abertura (m ³ /s)	11,28

3 . SISTEMA DE ACIONAMENTO, COMANDO E CONTROLE

O conjunto de equipamentos, acessórios, aparelhagens e dispositivos pertinentes às comportas segmento, manobradas hidráulicamente, tem a finalidade de comandar, controlar, proteger, supervisionar e acionar as citadas comportas.

O conjunto é constituído dos seguintes equipamentos e acessórios:

- a) Servomotor de simples efeito para levantamento hidráulico da respectiva comporta;
- b) Central óleo-hidráulica das comportas segmento, única para as duas comportas de uma mesma Estrutura. A central óleo-hidráulica compreenderá um tanque que abrigará as válvulas, tubulações e dois grupos moto-bombas de duplo estágio que atuando em conjunto provocarão a abertura da comporta com a velocidade especificada. Em caso de falha de um grupo moto-bomba, o outro garantirá a subida da comporta com metade da velocidade nominal. O sistema de bombeamento movimentará uma comporta de cada vez.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- c) Seletores eletromecânicos das comportas segmento contendo cada um os contatos fins de curso relativos às diversas posições das citadas comportas, os indicadores de posição local, controle de posicionamento e conversores A/D para indicação de posição à distancia.
- d) Quadro de Comando Local das comportas segmento, único para as duas comportas, incluindo todos os elementos e dispositivos elétricos necessários ao perfeito e completo funcionamento elétrico da central óleo-hidráulica e, também, os dispositivos e aparelhagem de comando e controle, necessários à medição, sinalização, alarme, comando e supervisão à distância.

A central deverá ser projetada de modo a possibilitar também a supervisão e os comandos de fechamento e abertura à distância, através do sistema digital centralizado.

4 . COMANDO DAS COMPORTAS SEGMENTO

O comando das comportas será efetuado através do Quadro de Comando Local, incluído neste fornecimento, ou através do sistema digital de supervisão e controle, de fornecimento de terceiros. Este sistema, permite o comando a distância das comportas da Estrutura de Controle, o qual tem por finalidade a regulação de vazão.

Haverá os seguintes tipos de comando:

- a) Local
 - Manual individual
- b) Remoto
 - Manual individual
 - Automático

O comando manual será efetuado somente em casos de operações anormais ou durante eventual defeito no sistema automático.

O comando automático das comportas constitui-se na modalidade normal de operação e será feito por intermédio do equipamento de regulação automática de nível d'água (fornecido por terceiros). O comando automático, após as medições necessárias, executará a abertura e fechamento das comportas atendendo às exigências hidráulicas do Sistema.

O sistema de comando e controle das comportas segmento será previsto de maneira que, ocorrendo falta de alimentação elétrica, a comporta permanecerá na posição em que estava; isto é, deverá ser evitado o fechamento da mesma. Entretanto, na eventualidade da falta de energia se prolongar por um período superior a 3 horas, será executado um comando a distância de fechamento da comporta.

5 . REQUISITOS PARA O PROJETO E FABRICAÇÃO

5.1 Comportas Segmento

- a) Tabuleiro

O tabuleiro será constituído por uma estrutura soldada em aço, subdividida em elementos que serão soldados na Obra, a fim de facilitar o transporte.

A estrutura do tabuleiro será constituída por uma chapa de face curva, suportada por uma série de reforços horizontais e vigas verticais, que descarregam em vigas horizontais, que apoiar-se-ão nos braços, transmitindo às articulações todas as solicitações resultantes dos esforços hidráulicos e de manobra.

A chapa de face curva será perfeitamente centrada nas articulações e terá um acabamento adequado em toda a extensão de sua superfície de montante, de modo inclusive a assegurar a estanqueidade da vedação frontal fixa no caso da comporta segmento de fundo.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Essa estrutura deverá apresentar rigidez suficiente para suportar os efeitos das pressões hidrostáticas e hidrodinâmicas, não devendo apresentar vibrações prejudiciais.

A borda inferior deverá ser adequada para cortar o fluxo d'água. O acabamento da face inferior deverá ser adequado, de modo a assegurar um apoio satisfatório sobre a soleira.

A estanqueidade será obtida através de vedações que se assentarão em barras ou perfis, com a tolerância de planicidade definida no projeto aprovado pela CONTRATANTE, e assegurado por meio de usinagem, esmerilhamento, ou calibração de caldeiraria. A fixação das vedações será com parafusos, porcas e arruelas de aço inoxidável, e, sempre que possível, por meio de barras de aperto e parafusos passantes.

Todas as soldas que podem oferecer riscos de vazamento serão estanques.

Existirão olhais de suspensão convenientemente localizados para acoplamento à haste do servomotor.

Todos os lugares onde possa haver acúmulo de água serão providos de furos de drenagem. Todas as superfícies que estiverem em contato com a água permitirão amplo acesso para fins de aplicação de processos de limpeza e pintura.

A comporta possuirá dois suportes, convenientemente localizados, para apoio da mesma sobre os dispositivos de calagem.

A comporta terá pontos de suspensão para o transporte e montagem situados em posições tais, que permitam a distribuição uniforme do peso do conjunto.

O tabuleiro será ligado, através de braços em estrutura soldada em aço, a mancais de articulação e guias lateralmente através de rodas.

Os suportes aos quais a comporta segmento será montada serão em construção soldada e, sempre que possível, sua chapa de base possuirá furos para passagem dos tirantes de fixação.

b) Rodas

As rodas serão montadas em estruturas articuladas e apoiadas em bases elásticas duráveis. Essas rodas serão montadas com pré-compressão.

As rodas serão de aço forjado ou fundido e serão montadas sobre eixos de aço inoxidável, com buchas autolubrificantes apropriadas para trabalho submerso.

Os parafusos, porcas e arruelas empregados na montagem de todas as rodas serão de aço inoxidável.

O número de rodas e sua distribuição na comporta serão definidos de modo a atender às condições de cálculo, e de modo a garantir que, com a comporta totalmente aberta, haverá de cada lado, pelo menos duas rodas de guia atuando nas respectivas peças fixas. As rodas servirão para guiar a comporta nos seus movimentos ascendentes, e são concebidas de modo a evitar engripamentos nas guias laterais, provocados por vibração ou descentralização do tabuleiro.

c) Vedações

Os sistemas de vedações serão projetados utilizando-se borracha prensada de dureza 60 a 70 *SHORE* na escala "A", de modo a assegurarem uma vedação que atenda aos limites de vazamento estabelecidos no subitem 7.2 destas CONDIÇÕES TÉCNICAS, estando a comporta fechada.

As peças de vedação serão fixadas com placas de aço isentas de cantos vivos, por meio de parafusos, porcas e arruelas de aço inoxidável AISI 304. As placas não terão espaçamento maior do que 4 (quatro) milímetros. Serão criadas condições que permitam a regulação das



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

peças de vedação, levando-se em conta as folgas entre as peças fixas e as partes móveis, a fim de permitir uma fácil ajustagem na Obra.

Os perfis da vedação frontal fixa e da vedação lateral poderão ser providos de recursos para redução do coeficiente de atrito, desde que tais recursos não comprometam a capacidade de vedação.

Não serão aceitas operações de vulcanização na Obra.

As peças de vedações serão acondicionadas separadamente e de forma a evitar que sejam danificadas, para fins de transporte e armazenagem. A CONTRATADA deverá fornecer instruções para esse acondicionamento, tendo em vista o armazenamento das peças de reserva.

Sempre que viável, a pressão de água colaborará no efeito de vedação.

Os sistemas de fixação das vedações serão concebidos de maneira a garantir uma pré-compressão de 3 (três) milímetros para as vedações quando em posição de trabalho. Sempre que aplicável, as vedações serão fornecidas com um excesso de comprimento de 50 (cinquenta) milímetros para fins de ajustamento na montagem.

As barras de aperto das vedações serão furadas em conjunto com os elementos e serão identificadas antes de serem desmontadas.

A furação das vedações será executada na Obra.

d) Braços

Os braços serão constituídos de vigas de construção soldada. Esses braços serão ligados entre si por meio de perfis, formando uma treliça.

As extremidades dos perfis serão inicialmente parafusados aos braços e, após completada a montagem da comporta, os perfis serão fixados por solda.

As extremidades dos braços serão fixados de um lado ao terminal dos braços e pelo outro lado à estrutura da comporta. Essas fixações serão feitas através de parafusos ajustados e passantes por flanges de ligação.

Cada terminal dos braços em aço fundido será equipado com uma bucha 180 graus e um anel de escora lateral, ambos de material autolubrificante.

e) Mancais de Articulação

Os mancais de articulação serão projetados de forma a suportar os esforços radiais e axiais transmitidos pelos braços, e serão apoiados em vigas transversais de concreto protendido, ancorados aos pilares.

Serão dimensionados de modo que permitam trabalhar submersos sob fluxo de água.

Cada mancal será constituído de um suporte de construção soldada, o qual terá um furo usinado para o apoio e fixação de um eixo.

O eixo será de aço inoxidável ou de aço forjado, revestido de cromo duro e polido em todo o seu comprimento, com espessura mínima de 0,05 mm.

A chapa base do suporte possuirá furos para a passagem dos tirantes de fixação às vigas de concreto protendido.

Serão previstos furos de passagem de hastes roscadas para a regulagem e posição na montagem.

O suporte, uma vez montado e ajustado, terá folgas em relação ao concreto, as quais poderão ser preenchidas com enchimento "epoxi", incluído no presente fornecimento, em quantidade suficiente.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

A CONTRATADA deverá apresentar o diagrama de esforços atuantes nos mancais de articulação.

f) Critérios de Projeto

f.1) Casos de Carga

A comporta e seus componentes serão dimensionados com base na Norma ABNT NBR-8883, para as condições mais desfavoráveis de carga nela citadas, adotando os níveis abaixo:

- Caso de carga normal
 - montante: nível de água máximo normal
 - jusante: nível de soleira
- Caso de carga ocasional
 - montante: nível de água máximo ‘maximorum’
 - jusante: nível de soleira

f.2) Condições Operacionais

Abrirá e fechará em posições intermediárias ou totalmente, sob quaisquer níveis a montante e/ou a jusante.

Resistirá a eventuais golpes e vibrações provenientes das operações de fechamento e abertura.

Será verificada a estabilidade dos braços.

A influência de uma variação de temperatura de 40°C (quarenta graus centígrados), será considerada como esforço adicional, no caso de comporta apoiada na soleira.

A deformação da comporta quando sob carga não comprometerá a eficiência das vedações.

Será previsto no projeto a torção na comporta, devido à contingência de emperramento de um só lado desta, limitado à atuação da válvula de segurança. A CONTRATADA deverá assegurar que, neste caso, as rodas guias fiquem em contato com o caminho de rolamento suportando a comporta.

f.3) Componentes do Tabuleiro da Comporta

O ponto de suspensão da comporta será dimensionado para capacidade nominal do servomotor, considerado como caso de carga normal.

Quando empregados mancais de rolamento, os mesmos serão dimensionados para vida mínima de 10.000 horas de funcionamento.

As rodas de guia lateral serão dimensionadas para resistirem aos eventuais esforços de momento de tombamento da comporta, devido a possíveis excentricidades em relação ao ponto de suspensão ou devido ao exposto no item f.2. Deverá ser considerado, também, os efeitos de atrito diferenciais, admitindo-se que os esforços de atrito sejam máximos de um lado e mínimos de outro, calculados tomando-se por base os coeficientes de atrito estabelecidos nesta seção.

No dimensionamento das rodas serão considerados eventuais choques devido à vibração.

O contato roda-apoio não será prejudicado em consequência de flecha surgida na estrutura, e o dimensionamento será feito levando-se em conta as pressões admissíveis de Hertz.

f.4) Esforço de Manobra

Os coeficientes de atrito a serem considerados são os seguintes:



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

MATERIAL	ESTÁTICO		CINÉTICO	
	MÁXIMO	MÍNIMO	MÁXIMO	MÍNIMO
Vedações de Neoprene sobre aço inoxidável	1,500	0,800	0,800	0,400
“Teflon” sobre aço inoxidável	0,200	0,100	0,100	0,050
Mancais de rolamento	0,010	0,005	0,010	0,005
Mancais autolubrificantes	0,150	0,080	0,100	0,050
Aço sobre aço, não lubrificado	0,700	0,500	0,500	0,300
Aço sobre aço, lubrificado	0,500	0,100	0,300	0,050
Mancais de bronze lubrificados à graxa		-	0,100	0,050

Valores diferentes destes fornecidos, serão justificados pela CONTRATADA.

O fator de resistência ao rolamento, entre roda e peça fixa, será adotado com os seguintes valores:

- 0,1 cm (máximo) e 0,05 cm (mínimo)

A pré-compressão das vedações será também considerada e expressa em toneladas por metro.

O valor adotado nos cálculos será justificado em função do perfil empregado e do grau de pré-compressão imposto ao mesmo.

O esforço máximo calculado para a manobra será obtido empregando-se os coeficientes de atrito mais desfavoráveis.

O peso da comporta incluirá o peso da pintura.

5.2 Viga Suporte do Servomotor

O servomotor será articulado em sua extremidade superior a uma viga suporte, horizontal.

A viga será metálica, em construção soldada e convenientemente reforçada.

Essa estrutura será dimensionada para suportar as condições de carga mais desfavoráveis entre as descritas a seguir:

- peso próprio, mais a resultante do peso do servomotor montado e cheio de óleo e da capacidade nominal do servomotor, aplicada na articulação, como caso de carga normal;
- peso próprio, mais a resultante do peso do servomotor montado e cheio de óleo e da capacidade máxima do servomotor correspondente à pressão de funcionamento da válvula de segurança, aplicada na articulação, como caso de carga excepcional.

As ancoragens suportarão e transmitirão aos pilares de concreto o carregamento da estrutura metálica.

A CONTRATADA deverá apresentar o diagrama de esforços atuantes no mancal do servomotor.

5.3 Dispositivo de Calagem

Será previsto um sistema de travamento, convenientemente localizado e de fácil manuseio, para cada comporta na posição de abertura máxima, a fim de permitir operações de manutenção.

O dispositivo de calagem será de concepção simples, de acionamento manual por um só homem de cada lado da comporta.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Cada dispositivo possuirá um braço montado sobre eixo de aço inoxidável, em torno do qual basculará, sendo a carga transmitida diretamente à base.

O dispositivo será projetado de modo a não apresentar superfície pintadas sujeitas a danos, quando da sua operação. Ele será de funcionamento garantido, passando por longos períodos fora de operação e sem a necessidade de manutenção constante.

Sua posição será definida a partir do coroamento.

Os dispositivos de calagem, suas peças fixas e os apoios de calagem na comporta, suportarão o peso total da comporta, multiplicados pelo fator de choque de 1,25, como caso de carga normal.

O máximo esforço do operador para a manobra do dispositivo de calagem será de 100 N.

5.4 Peças Fixas

Os conjuntos de peças fixas serão projetados para serem rígidos e levarão em conta a possibilidade de corrosão.

Todas as peças fixas terão as suas superfícies com tolerância de fabricação compatíveis com as tolerâncias de montagem, garantindo-se deste modo, a facilidade de montagem e a perfeição da vedação.

As peças de espera a serem embutidas no concreto primário não fazem parte do presente fornecimento.

As peças fixas fornecidas pela CONTRATADA serão apropriadas para suportar todas as cargas transmitidas pela comporta e demais componentes.

As peças fixas serão de construção soldada.

Todas as junções a serem feitas durante a montagem na Obra, possuirão talas com parafusos, porcas e pinos de guia ou chavetas, posicionados durante a montagem na Fábrica, quando aplicável. Não haverá junções nas peças fixas da soleira e da frontal.

Cada peça fixa possuirá hastes roscadas com porcas que, soldadas às peças de espera no concreto primário, servirão única e exclusivamente para o alinhamento, nivelamento e regulagem da posição de cada peça, assim como para garantia desta posição após a instalação e durante a concretagem secundária.

Haverá um conjunto de peças fixas para cada um dos dois vãos da Estrutura de Controle.

O conjunto de peças fixas será constituído de peças fixas de guia e vedação lateral, da soleira, da frontal (quando aplicável), de calagem, da viga suporte do servomotor e dos mancais de articulação da comporta.

As barras de aço inoxidável de revestimento das peças fixas terão uma dureza de no mínimo BHN 350 e uma espessura acabada não inferior a 6 mm.

a) Peças Fixas de Guia e Vedação Lateral

A peça fixa de guia e vedação lateral será constituída de chapas metálicas soldadas entre si.

Será instalada desde o nível de soleira até o nível da peça de calagem.

A estas peças serão soldadas barras chatas de aço inoxidável que servirão como pista de rolamento e superfície de vedação.

Essa peça fixa poderá ser constituída por trechos retos, formando uma linha poligonal, desde que garantam o apoio contínuo, tanto das vedações quanto das rodas de guia lateral. A extremidade superior será chanfrada, para permitir o apoio progressivo das vedações e rodas de guia lateral quando da descida da comporta, a partir da sua posição totalmente aberta.

b) Peças Fixas da Soleira



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

A peça fixa da soleira será constituída de um perfil metálico convenientemente inclinado para garantir um perfeito apoio da borda inferior da comporta. Uma barra chata de aço inoxidável será soldada à aba do perfil e constituirá o apoio da comporta e a superfície de vedação da soleira.

c) Peças Fixas da Frontal

A peça fixa da frontal será constituída de chapas de aço carbono soldadas, com reforços devidamente espaçados, e servirá de suporte para a vedação frontal fixa.

A superfície inferior da peça fixa da frontal, de proteção da vedação, deverá se constituir em um prolongamento do perfil de concreto.

Na superfície superior da peça fixa da frontal, será soldada uma barra chata de aço inoxidável para apoio da vedação frontal de fechamento.

d) Peças Fixas de Calagem

A peça fixa de calagem será instalada em local de fácil acesso. Sua localização e dimensões serão determinadas pela CONTRATADA.

e) Peças Fixas da Viga Suporte do Servomotor e Mancais da Comporta

A CONTRATADA deverá definir as localizações e as dimensões das peças fixas da viga suporte do servomotor e dos mancais de articulação da comporta.

As peças fixas serão convenientemente posicionadas para receberem a viga suporte e os mancais e possuirão dispositivos que permitam o perfeito alinhamento das partes a serem montadas.

f) Critérios de Projeto

As peças fixas suportarão e transmitirão às estruturas de concreto os carregamentos respectivos, descritos no subitem 5.1.f destas CONDIÇÕES TÉCNICAS.

5.5 Sistema de Acionamento

O acionamento de cada comporta será efetuado por dois servomotores de simples efeito, comandados por uma central óleo-hidráulica, situada em um sala no coroamento da Estrutura de Controle. O servomotor será articulado na parte superior a uma viga suporte ancorada nos pilares de concreto, e será articulado inferiormente à comporta.

Ambas as articulações deverão ser equipadas com rótulas autolubrificantes, para evitar, qualquer que seja a posição da comporta, a ocorrência de esforços anormais nos servomotores. Os eixos serão de aço inoxidável ou de aço de alta resistência e cromado eletroliticamente.

Será previsto um berço de estrutura soldada em aço, fixado às paredes dos pilares de concreto para apoio do servomotor, quando a comporta estiver totalmente fechada.

A central hidráulica, única para as duas comportas, compreenderá dois grupos moto-bombas que, atuando em conjunto, provocarão a abertura da comporta com a velocidade especificada. Em caso de falha de um grupo moto-bomba, o outro garantirá a subida da comporta com metade da velocidade nominal.

O sistema de bombeamento movimentará uma comporta de cada vez.

No posto de comando local estarão colocados os dois dispositivos indicadores de posição de ambas as comportas.

Haverá posições intermediárias de parada, além das posições fechada e totalmente aberta, nas quais se dará a parada automática do movimento, sendo necessário apertar o botão de acionamento para movimentar a comporta durante o comando manual individual.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Os contatos de parada intermediária deverão agir sobre a alimentação dos motores e válvulas, para provocar a parada do movimento.

a) Servomotor

O cilindro será de tubo de aço sem costura, ou chapa de aço calandrada e soldada, equipado com flanges para fixação das tampas superior e inferior. Será retificado e polido internamente em todo o seu comprimento, com rugosidade correspondente a um desvio médio aritmético inferior a 0,80 micra. No trecho final do curso de descida, será previsto um sistema acionado pelo êmbolo do servomotor, que permitirá reduzir a vazão do óleo nas tubulações e desta forma reduzir a velocidade de fechamento da comporta. Alternativamente, poderão ser utilizadas válvulas de frenagem.

O êmbolo será de aço forjado e terá altura conveniente, a fim de que possa ser guiado dentro do cilindro, sendo equipado com um jogo de anéis especiais de vedação e de anéis de guia.

A haste do servomotor será de aço inoxidável ou de aço de alta resistência, retificada e revestida eletroliticamente com cromo duro, polido em todo o seu comprimento, com espessura mínima de 0,05 mm e, na sua extremidade inferior, terá um olhal em aço forjado com rótula esférica autolubrificante.

As tampas superior e inferior do servomotor serão fixadas às flanges do cilindro e garantirão a estanqueidade.

A tampa superior terá o olhal para montagem da rótula esférica de articulação com a viga suporte.

Serão previstos meios para facilitar o enchimento, drenagem e purga do cilindro na sua posição de trabalho. Serão previstos olhais para o transporte do servomotor durante as operações de montagem e manutenção.

O cilindro compreenderá também as conexões para as tubulações, os respiros, as ligações para o manômetro e as tubulações para o óleo, com suportes.

Sobre o pino de suspensão estará montada uma junta rotativa para ligação das tubulações da linha fixa.

b) Central Óleo-hidráulica

A central óleo-hidráulica deverá comandar a subida da comporta, pondo sob pressão o cilindro do servomotor, com o fim de manter a comporta na posição pré-estabelecida. Existirão dispositivos automáticos que provocarão a entrada em serviço de um dos grupos de bombeamento pré-selecionados, quando em consequência de fugas ocasionais de óleo, a comporta baixar 50 mm. Na falha deste, será acionado em seguida o outro grupo de bombeamento com sinalização apropriada.

A descida da comporta será por gravidade, com o servomotor funcionando como amortecedor.

A central óleo-hidráulica será instalada no coroamento, e comportará, pelo menos, os seguintes equipamentos:

- dois grupos moto-bombas, constituídos de motores elétricos e bombas auto-escorvantes; manômetros;
- bomba manual;
- sistema elétrico de comando, controle, proteção e sinalização;
- distribuidor de comando da válvula de descida, com respectivo comando manual;
- tubulações, válvulas e demais acessórios de segurança e retenção do circuito óleo-hidráulico;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- um tanque de óleo.

Estão incluídos neste fornecimento todas as tubulações e demais componentes do sistema de acionamento da comporta, incluindo válvulas, filtros, etc.

O óleo, antes de atingir o servomotor, deverá passar por filtros convenientemente colocados no circuito óleo-hidráulico, sendo que deverão ser previstos filtros também na tubulação de retorno.

Uma bomba de acionamento manual será prevista na central óleo-hidráulica. Cada bomba será fornecida com filtro de entrada. A CONTRATADA indicará o tempo necessário para levantar a comporta manualmente.

Está incluído neste fornecimento um transdutor analógico de pressão, para cada comporta, com característica de saída de 04 a 20 mA para uma carga variável de “zero” a 1.000 ohms, alimentado em 125 Vcc, para indicação remota de pressão.

Serão previstas válvulas direcionais, as quais dirigirão o fluxo do óleo existente na câmara do lado da haste, para a câmara do lado do embolo. Estas válvulas permitirão, também, o acionamento mecânico-manual.

A CONTRATADA apresentará o esquema hidráulico com descrição detalhada do funcionamento.

Será fornecido um conjunto de válvulas limitadoras de pressão que proteja o sistema contra sobrecarga.

Serão previstos pressostatos que terão a função de sinalizar e dar alarme para o aumento ou a queda de pressão no sistema hidráulico.

O tanque de óleo da central servirá de base aos grupos de bombeamento, pressostados, válvulas direcionais, de segurança, blocos de passagem, etc., das comportas segmento, sendo as partes giratórias e o material elétrico sob tensão convenientemente abrigados por proteções metálicas que farão parte do fornecimento. No local de enchimento do tanque, será instalado um filtro de tela de malha fina (da ordem de 0,06 milímetros) e um respiro.

Serão incorporados ao tanque filtros com características iguais às acima descritas, os quais filtrarão todo o óleo de retorno ao tanque.

O tanque possuirá indicador de nível com escala, chave bóia com alarme para nível baixo e sinalização.

O fundo do tanque será duplamente inclinado e no seu ponto mais baixo será instalado lateralmente um dreno com registro, cuja linha de centro ficará no mínimo 300 (trezentos) milímetros acima do piso.

No tanque será prevista uma tampa de inspeção lateral equipada com vedação. Uma inspeção visual será possível mesmo com o reservatório cheio de óleo.

O tanque será fixado por meio de chumbadores do tipo “UR”, ou similar, no piso de concreto.

Na montagem dos componentes da central hidráulica, serão previstos meios necessários a absorção de vibrações.

Serão fornecidas todas as válvulas de comando, manômetros, tubulações, válvulas de retenção, conexões, etc., necessárias à condução do óleo no circuito hidráulico de cada servomotor.

Será possível isolar o servomotor e partes do circuito do restante do mesmo, a fim de facilitar a manutenção. Para isso deverão ser previstas válvulas com as devidas proteções e de fácil acesso. Além disso, serão previstos drenos no circuito hidráulico, convenientemente localizados.

As válvulas de estrangulamento permitirão regulagem.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

O projeto das tubulações visará, principalmente, a facilidade de montagem e desmontagem e a minimização das perdas de carga e será apresentado com todos os detalhes de montagem. Uma vista isométrica, quando necessária, fará parte do projeto. Todos os esforços provenientes das variações locais de temperatura e golpes de ariete serão considerados nos cálculos de dimensionamento das tubulações.

As tubulações serão de cobre ou aço sem costura. Para fins de transporte e armazenagem, todas as tubulações serão cuidadosamente limpas e protegidas internamente, pintadas exteriormente e receberão tampas de proteção ou luvas, se tiverem extremidades flangeadas ou rosqueadas, respectivamente.

c) Critérios de Projeto

A capacidade nominal dos servomotores será pelo menos 115% (cento e quinze por cento) do esforço de manobra previsto e deverá ser suficiente para a manobra a seco.

Os servomotores deverão ser projetados de acordo com o "ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII - Rules for Construction of Pressure Vessels, Division I".

O cilindro e as tampas deverão suportar 1,5 vezes a pressão nominal. Esse valor de pressão ocorrerá durante o ensaio hidráulico do cilindro, na Fábrica.

A haste, êmbolo e demais partes constituintes do servomotor serão dimensionados considerando-se como caso de carga normal sua capacidade nominal.

O reservatório de óleo terá capacidade não menor que 100% (cem por cento) do volume de óleo deslocado pelas hastes dos servomotores, mais o volume correspondente ao nível mínimo de operação, mais uma câmara de ar, cuja altura acima do nível máximo permitirá, com folga, conter pelo menos o volume de óleo contido em todo o circuito óleo-hidráulico, inclusive o óleo de um servomotor, considerando a haste estendida.

No dimensionamento do reservatório será considerada a capacidade de dissipação de calor, e caso necessário, previstos trocadores de calor.

Os grupos de bombeamento serão dimensionados para fornecer a pressão que resulte na capacidade nominal do servomotor. As perdas de carga no sistema serão consideradas.

Os diâmetros das tubulações serão tais que o escoamento do óleo em seus interiores seja laminar e sejam mínimas as perdas de carga, considerando-se um dimensionamento econômico.

A bomba manual desenvolverá pelo menos a mesma pressão das bombas e a vazão será a máxima possível, considerando-se os critérios ergonômicos.

5.6 Indicador de Posição

Cada comporta será equipada com um dispositivo indicador de posição, constituído por um ponteiro giratório sobre um quadrante graduado.

O indicador e o sistema de fins-de-curso são operados pela comporta, através de cabo flexível, ligado ao terminal dos braços e protegidos em tubo metálico, ou por acionamento direto através de cames na própria estrutura da comporta.

O dispositivo de recuperação será constituído por 2 (dois) interruptores de fim-de-curso (superior e inferior) com contatos acionados por um came de fricção e que tem a finalidade de efetuar a recuperação automática no caso de eventual descida limitada da comporta, devido a perdas de óleo através das vedações dos pistões, das hastes e das válvulas do circuito óleo-hidráulico.

Cada dispositivo indicador de posição deverá ser ligado a um transmissor contínuo com saída digital em código BCD e alimentação auxiliar de 24 Vcc, para os indicadores instalados no Quadro de Comando Local e no Centro de Controle e Operação.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

5.7 Lubrificação

Todos os mancais, eixos de articulações e mecanismos, desde que não sejam equipados com material autolubrificante, serão providos de dispositivos de lubrificação.

A lubrificação dos pontos de difícil acesso será feita através de tubos a eles ligados. Tais tubos possuirão cabeças de lubrificação que serão agrupadas em pontos facilmente acessíveis, não necessitando a desmontagem do equipamento.

Sempre que o tipo de equipamento o permitir e a dificuldade ou inconveniência da lubrificação executada ponto por ponto tornar-se evidente, a CONTRATADA fornecerá um sistema de lubrificação centralizada automática ou manual para o conjunto dos pontos a serem lubrificados.

A CONTRATADA fornecerá um plano geral de lubrificação para cada equipamento, que será apresentado no Manual de Operação e Manutenção. Características e denominações comerciais dos produtos de lubrificação, com indicação da equivalência entre marcas, serão também apresentadas nesse Manual.

5.8 Sistema Elétrico

a) Equipamento de Força

Será composto basicamente das seguintes partes:

- disjuntor tripolar, classe 600 volts, corrente nominal compatível com a carga;
- contadores, com proteção termomagnética, classe 600 volts, corrente nominal compatível com a carga;
- transformador 380/220 volts para o sistema de comando e sinalização local.

b) Equipamento de Comando e Controle

• Lâmpadas de Sinalização:

- Comporta aberta vermelho
- Comporta fechada..... verde
- Comp. em mov. de abertura vermelho
- Comp. em mov. de fechamento verde
- Comporta em reposição..... amarelo
- Subpressão de óleo branco
- Sobrepressão de óleo branco
- Nível mínimo de óleo branco
- Relé térmico de motor..... branco
- Quadro energizado vermelho

- Posição instantânea de cada comporta;
- Botão de teste de lâmpadas;
- Chave de seleção comando local-remoto, travada em qualquer posição por chave "YALE";
- Chave de seleção de grupos moto-bombas;
- Botões de comando.

c) Equipamentos Eletromecânicos



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Deverão ser fornecidos e integrados ao conjunto da comporta os seguintes componentes:

- motor elétrico, tipo rotor em curto circuito, com resistência anticondensação;
- fim-de-curso de segurança de abertura;
- fim-de-curso de comporta aberta para manutenção;
- fim-de-curso de segurança de fechamento;
- fins-de-curso nas posições intermediárias;
- fins-de-curso para reposição da comporta;
- fins-de-curso para indicação de posição da comporta;
- interruptor magnético de nível de óleo;
- pressostatos;
- eletroválvulas do circuito hidráulico, com alimentação proveniente dos transformadores 220/110 volts incluídos no fornecimento do quadro, e independentes do circuito de comando;
- indicador de posição com conversor em código BCD, 12 bits, tensão de alimentação 220 Vca. Deverá ser fornecido um conversor para cada comporta, com indicador local em série com o indicador remoto, o qual será alimentado em 220 Vca.

d) Quadro de Comando Local

A CONTRATADA fornecerá um quadro de comando local para as duas comportas, o qual estará localizado junto à central óleo-hidráulica do sistema de acionamento das comportas, e de forma a permitir o fácil acesso e movimento do operador ao redor do quadro, para operações cômodas, seguras e visibilidade correta. Este quadro atenderá às exigências adiante especificadas.

O quadro receberá alimentações de tensão conforme definido no subitem 3 desta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA.

A CONTRATADA deverá prever armários e circuitos totalmente independentes para sinalização e comando, assim como para barramentos alimentadores dos grupos moto-bombas para cada comporta, com equipamentos de proteção adequados conforme especificados adiante nesta Seção. Será prevista para cada circuito sinalização de falta de tensão local e remota (contato seco).

O quadro de comando local deverá ser projetado e construído de modo que a manutenção do sistema elétrico referente a uma comporta não comprometa a operação normal da outra comporta.

O quadro de comando e controle será estanque (IP-54 da ABNT) e conterá o equipamento elétrico de comando, controle e proteção, bem como os relés auxiliares de comando remoto.

O quadro deverá ser assentado em base de concreto, com fixação por meio de chumbadores, sendo montado sobre canaletas as quais abrigarão a cablagem do mesmo até os equipamentos interligados. Deverá possuir um barramento de terra, interligando as partes metálicas não energizadas do quadro, para conexão ao sistema de terra geral com condutor de bitola de acordo com a norma ABNT.

No quadro de comando local serão também instalados, no mínimo, os seguintes equipamentos:

- Instalados internamente
- disjuntores de entrada;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- chaves seccionadoras para os circuitos dos motores;
- contadores magnéticos completos, com conectores e componentes auxiliares, para ligação dos motores;
- relés térmicos de sobrecarga para os motores;
- fusíveis para proteção contra curto-circuito dos motores e demais circuitos;
- relés auxiliares temporizados e instantâneos a fim de possibilitar comandos e sinalizações locais e remotas e os necessários intertravamentos, inclusive relés de telecomando;
- um relé de subtensão, que quando acionado, desliga os contadores dos motores
- Instalados na parte frontal
- um instrumento indicador de posição para cada comporta.
- uma chave de transferência de duas posições (LOCAL-REMOTO), com trava por meio de chave e extração na posição remota;

Obs.: Na posição “LOCAL” as comportas só obedecerão a um comando do próprio painel.

- um mini-disjuntor para circuito de corrente contínua;
- uma chave seletora de grupos moto-bombas;
- botões de comando, a fim de possibilitar abertura e fechamento das comportas, bem como a parada em qualquer posição intermediária de uma das comportas, atendendo ao seguinte código de cores:
 - abertura..... vermelha
 - fechamento verde
 - parada amarela
- Sinalizadores para indicação local dos seguintes dispositivos:
 - ressonância mínima do circuito hidráulico;
 - Pressão máxima do circuito hidráulico;
 - Nível baixo do reservatório de óleo;
 - Sobrecarga (térmica) dos motores;
 - Comporta em movimento de abertura;
 - Comporta aberta;
 - Comporta em movimento de fechamento;
 - Comporta fechada;
 - Comporta em reposição;
 - Comporta totalmente aberta.
- Deverão ser previstos, no quadro de comando local, meios que permitam o teste de cada grupo moto-bomba, com bloqueio de operação da comporta.
- Outros equipamentos internos ao quadro de comando local
- luminária para iluminação interna, tomadas para equipamento elétrico portátil e resistores de aquecimento, equipados com termostado, para evitar condensação de umidade;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- para os comandos e indicações à distância, serão previstos no quadro de comando local conectores isolados para as ligações futuras;
- serão previstas as seguintes indicações à distância, além das citadas para o quadro de comando local;
- Comporta em Comando Local
- Todos os equipamentos do quadro de comando local e os demais a serem instalados próximos às comportas deverão ser previstos para as condições de elevado grau de umidade, grandes variações de temperatura e possibilidade de paradas prolongadas.

e) Quadro de Distribuição (QDRE)

O quadro deverá ser do tipo blindado, constituído por uma ou mais seções verticais, contendo compartimentos de baixa tensão e controle isolados entre si. Deverá ser construído em perfilados e chapas de aço dobrada de bitola mínima 12 MSG para estruturas, com separações metálicas de chapa de bitola mínima 14 MSG, formando compartimentos independentes, com reforço onde necessário para evitar ruídos de operação de dispositivos de manobra ou de vibração em geral.

O quadro de distribuição (QDRE), para as Estruturas de Controle deverá fornecer alimentação para a unidade oleodinâmica, iluminação, UAC e agrupar os sinais dos medidores de nível.

Os circuitos de controle que chegam e partem do QDRE serão conectados a equipamentos de controle digital (UAC), sensíveis a interferências eletromagnéticas. O fornecedor deverá projetar e fabricar o quadro de modo a proteger estes circuitos adequadamente, a fim de impedir a introdução nos mesmos de sinais interferentes.

O quadro deverá ser projetado, construído e ensaiado de conformidade com a última revisão de norma ABNT NBR-6808, exceto onde especificado em contrário e ter grau de proteção IP43 para instalação interna.

As características técnicas do quadro local deverá ser:

- Tensão dos demarradores: 380 Vca
- Tensão de controle nos demarradores: 220 Vca
- Tensão de controle no SDSC: 220 Vca
- Tensão nominal de isolamento: 600 V
- Tensão suportável à frequência industrial, 1 minuto: 2500 V
- Frequência nominal: 60 Hz

O acesso normal aos componentes dos quadros deverá dar-se pela sua parte frontal. A entrada dos cabos deverá ser pela parte inferior.

O fornecedor deverá empregar técnicas eficazes de aterramento de modo a eliminar ou minimizar os efeitos de tensões interferentes sobre os equipamentos, que possam vir a prejudicar o funcionamento dos mesmos.

A fiação do quadro deverá vir completa da fábrica. Toda a fiação de força e controle deverá ser executada com cabos de cobre flexíveis com isolamento de PVC 0,6/1 kV e capa externa de PVC. A fiação interna de controle deverá ter isolamento de PVC 450/750 V com características especiais quanto a não propagação e auto-extinção de fogo.

As régua de terminais, deverá possuir os suportes isolantes fabricados de um composto não rígido, termofixo, moldado, classe 750 V, montadas sobre perfil metálico.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Os bornes deverão ser fornecidos completos, com todos os acessórios. O sistema de fixação dos terminais deverá garantir uma pressão eficaz e uniforme mesmo quando submetidos a vibrações. Não serão aceitos bornes para solda.

As réguas de bornes deverão ser separadas em réguas para circuitos de potência e para circuitos de controle.

Os bornes para os circuitos de controle e comando (220 V ca), deverão ser com conexão por grampo-parafuso de pressão indireta, com dispositivo para travamento automático do parafuso.

Devem, também, ser previstos blocos terminais adequados para ligações de cabos, do tipo telefônico, do Sistema Digital de Supervisão e Controle da Usina (SDSC).

Os bornes para potência (380 V ca) deverão ser com conexão por parafuso ou pino passante, para terminal olhal.

Todos os bornes e réguas deverão ser claramente identificados por meio de marcadores imperdíveis, fabricados especialmente para esta finalidade.

f) Equipamentos Diversos

Além dos conjuntos moto-bombas, quadros elétricos deverão ser fornecidos ainda:

- Transformador abaixador trifásico 6.900-380V, 60 HZ, potência de acordo com diagramas unifilares;
- Proteção atmosférica incluindo pára-raios tipo Franklin;
- Pára-raios tipo estação, 7,2 kV;
- Triângulo de Terra, constituído de cabos de aterramento bitola 70mm², hastes de aterramento;
- Conexões de todos os equipamentos, placas e estruturas metálicas não energizadas ao triângulo de terra;
- Poste de concreto;
- Materiais diversos de instalação.

g) Codificação de Cores

- Barramentos

Os barramentos serão identificados através de pintura, de acordo com as seguintes convenções:

- fase R azul
- fase S branco
- fase T vermelho

h) Barramentos

Os barramentos deverão ser de cobre de 98% de pureza, sem emendas em todo o seu comprimento, prateados nas conexões, a fim de oferecer conexão elétrica perfeita. Todas as conexões de barramentos deverão ser aparafusadas, com arruelas auto-travantes.

Não serão aceitos parafusos utilizados como meio de condução de corrente.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

6 . FABRICAÇÃO E INSPEÇÃO

6.1 Generalidades

Nenhuma inspeção ou ensaio deverá ser efetuada sem que os desenhos e listas de materiais tenham sido devidamente aprovados pela CONTRATANTE.

Para as exigências básicas de fabricação e inspeção, consultar a “CT.4 - Fabricação e Inspeção”, apresentada neste Volume.

6.2 Montagem na Fábrica

Todos os equipamentos estarão sujeitos a inspeção durante a fabricação e testes finais na Fábrica da CONTRATADA, pelos inspetores da CONTRATANTE, não eximindo em nenhuma hipótese a CONTRATADA de quaisquer obrigações e responsabilidades contratuais.

Os equipamentos serão liberados para transporte somente após o parecer favorável da CONTRATANTE.

O custo decorrente das inspeções referentes a este tem será suportado pela CONTRATADA.

De modo geral, os equipamentos ou suas partes serão pré-montados ou montados em condições de serviço, com as uniões e emparelhamento reais, na Fábrica da CONTRATADA.

Marcas de emparelhamento serão convenientemente executadas de modo legível, por meio de pintura e punção, de modo a assegurar um acoplamento correto, quando da montagem na Obra da CONTRATANTE. Montagens especiais serão feitas com auxílio de pinos de guia.

Cada conjunto pré-montado ou montado na Fábrica será inspecionado pela CONTRATANTE, conforme indicado a seguir.

Serão pré-montadas em posição horizontal para todas as aduções, as vigas frontal e soleira completas, com seus respectivos tramos laterais. Os elementos restantes das peças fixas serão pré-montados dois a dois, isto é, cada um com seu contíguo.

O tabuleiro da comporta segmento será, caso necessário, devidamente subdividido em elementos para efeito de transporte, mas na fábrica será montado, em conjunto, sem braços, sobre um estaleiro-berço. Deste modo, garante-se durante as operações de fabrico, o rigor de curvatura da chapa de face, exigido pelo projeto.

Os braços serão igualmente montados na fábrica, conjuntamente com a extremidade que encerra o mancal.

A extremidade de montante dos braços será deixada em excesso para que durante a montagem na Obra, seja acertada no seu correto comprimento, permitindo a correção de eventuais desvios que normalmente ocorrem quando intervêm obras civis.

Serão ainda totalmente montados os seguintes elementos:

- vigas suportes dos servomotores;
- conjunto cilindro, êmbolo, haste e tampas para fins de teste hidráulico;
- indicadores de posição com respectivos fins-de-curso;
- centrais óleo-hidráulicas.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

7 . ENSAIOS DE FUNCIONAMENTO

7.1 Generalidades

Os Ensaios e Inspeções na Obra, a serem executados pela CONTRATANTE, não eximem, em nenhuma hipótese, a CONTRATADA de quaisquer das suas obrigações e responsabilidades contratuais.

Todos os Ensaios e Inspeções na Obra serão executados pela CONTRATANTE com supervisão da CONTRATADA.

Após os ensaios na Obra serão elaborados os respectivos relatórios, os quais apresentarão todos os valores obtidos nos correspondentes ensaios, ficando sujeitos à análise da CONTRATANTE.

Os ensaios descritos para um equipamento ou sua parte estendem-se aos equipamentos ou partes do mesmo tipo.

De modo geral, os aparelhos, dispositivos e cargas de ensaio, utilizados durante os Ensaios e Inspeções, serão fornecidos pela CONTRATANTE.

A indicação dos Ensaios e Inspeções definidos nos subitens 7.2 e 7.3 destas CONDIÇÕES TÉCNICAS é orientativa, podendo a CONTRATANTE solicitar uma extensão ou outros tipos de Ensaios, além dos indicados, caso julgar necessário para verificação da qualidade ou desempenho do equipamento, desde que tais ensaios não afetem as suas características principais.

Após a efetivação de todos os Ensaios e Inspeções pela CONTRATANTE com a supervisão da CONTRATADA, e sanadas todas as deficiências ou irregularidades eventualmente levantadas durante essa fase de trabalho, serão feitas novas inspeções para constatar que todas as correções foram executadas e eliminadas todas as deficiências ou irregularidades observadas.

7.2 Ensaios Iniciais na Obra

Quando da realização dos Ensaios e Inspeções iniciais na Obra, serão obedecidas todas as condições do subitem 7.1 destas CONDIÇÕES TÉCNICAS.

Todos os equipamentos, após definitivamente montados na Obra, serão submetidos a ensaios de funcionamento, em vazio, com carga nominal e com sobrecarga, quando especificado ou exigido por norma técnica aplicável.

Serão verificadas todas as características de funcionamento, exigidas nestas CONDIÇÕES TÉCNICAS, e fornecidas pela CONTRATADA nos memoriais de cálculo, desenhos, manuais de operação e catálogos do equipamento ou de seus componentes. Será verificado se todos os componentes, mecânicos ou elétricos, do equipamento trabalham sob condições normais de operação, definidas naqueles documentos ou em normas técnicas aplicáveis.

Será verificado o perfeito funcionamento de todos os dispositivos de comando, proteção, sinalização e automatismo.

Na vedação entre a comporta e as peças fixas, o vazamento admissível será no máximo igual a 0,05 dm³ por segundo e por metro linear de vedação.

Grandes vazamentos localizados não serão admitidos.

Para o circuito hidráulico, fugas ocasionais serão admitidas no máximo com um comando de reposição da comporta a cada 24 (vinte e quatro) horas.

No teste hidrostático do cilindro do servomotor com as tampas não serão tolerados vazamentos.

Durante o funcionamento da comporta, o vazamento interno admissível no circuito hidráulico do servomotor será no máximo igual a:



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- $V = 0,033 \times (D + d) \times (D - d)$, onde:
- D = diâmetro interno do cilindro (dm)
- d = diâmetro da haste do servomotor (dm)
- V = vazamento total (dm³/h)

Vazamento externo em todas as válvulas, tubulações e ligações entre os diversos componentes do circuito hidráulico será nulo.

Após os ensaios acima e desde que não se constate nenhum defeito nos equipamentos, bem como não exista nenhum problema contratual pendente, será elaborado um relatório contendo todos os valores obtidos durante os Ensaios Iniciais da Obra, que corresponderá ao "Recebimento Inicial do Equipamento".

Se até o término do Período de Garantia ocorrerem funcionamento deficiente, variações, ou desgastes inadmissíveis, a CONTRATADA será responsável pelas correções.

7.3 Ensaios Finais na Obra

No fim do Período de Garantia a CONTRATANTE terá o direito de realizar os Ensaios definidos nestas CONDIÇÕES TÉCNICAS, aplicáveis, ou outros que julgar necessários, podendo, inclusive, quando o tipo de ensaio o exigir, desmontar parte do equipamento para verificações necessárias.

Se os resultados dos ensaios forem favoráveis em todos os pontos e demonstrarem que o equipamento corresponde às condições de funcionamento especificadas, será elaborado para cada conjunto um relatório contendo os valores obtidos que corresponderá ao "Recebimento Final do Equipamento".

Sendo constatados desgastes excessivos, alterações nas características de operação, divergências inaceitáveis em relação aos ensaios anteriores, ou em relação a estas CONDIÇÕES TÉCNICAS, a CONTRATADA fará as verificações de projeto para determinar as causas das irregularidades, bem como as devidas modificações e/ou correções no equipamento, suportando todos os custos decorrentes, desde que as irregularidades não sejam devidas ao uso incorreto do equipamento.

Se o equipamento não desempenhar as funções previstas nestas CONDIÇÕES TÉCNICAS e sendo impossível efetuar as correções necessárias, o mesmo será refogado e substituído.

O custo dos Ensaios e Inspeções na Obra será suportado pela CONTRATANTE, porém as despesas serão reembolsadas pela CONTRATADA caso o equipamento não preencha as condições especificadas.

8 . PROTEÇÃO E PINTURA

As comportas vagão e complementos serão entregues totalmente pintados. A pintura anticorrosiva será efetuada segundo a especificação apresentada na "CT.5 - Proteção e Pintura", incluída neste Volume, de acordo com os esquemas de pintura e cores abaixo relacionados:

COMPONENTE	ESQUEMA	COR
Peças Fixas	B	preta
Tabuleiro	A	preta
Reservatório de óleo (sup. Externa)	B	Amarela
Tubulações de óleo (sup. Externa)	B	Amarela
Servomotor (sup.ext.)	A	Preta



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Motores elétricos		cinza claro
Quadros elétricos (painel)	G	cinza claro
Quadros elétricos (base do painel)	G	cinza escuro
Viga Suporte	A	amarela

Todas as tubulações de óleo e a parte interna do reservatório deverão ser entregues tamponados com o tratamento interno definitivo, dentro dos padrões usuais para tais casos, devidamente aprovados pela CONTRATANTE.

Internamente, os servomotores serão entregues cheios com preparado anti-corrosivo adequadamente colocado e mantido na pressão necessária. Durante a montagem serão esvaziados e preenchidos com óleo.

9 . PROJETO EXECUTIVO

Entre os documentos de projeto, deverão ser fornecidos no mínimo os seguintes:

9.1 Documentos Mecânicos

- conjunto e detalhes da comporta segmento;
- conjunto e detalhes do tabuleiro;
- conjunto e detalhes dos braços;
- conjunto e detalhes dos mancais de articulação da comporta;
- conjunto e detalhes do mancal de articulação do servomotor;
- conjunto e detalhes das rodas de guia lateral;
- conjunto e detalhes das vedações;
- conjunto e detalhes de cada jogo de peças fixas;
- conjunto e detalhes de cada peça fixa;
- conjunto e detalhes do dispositivo de calagem;
- conjunto e detalhes da viga suporte do servomotor;
- conjunto e detalhes dos servomotores;
- esquema hidráulico;
- conjunto e detalhes do sistema indicador de posição;
- esquema de pintura;
- desenhos de transporte;
- manuais de montagem, operação e manutenção;
- catálogos completos dos itens padronizados.

Os documentos acima devem ser fornecidos juntamente com as respectivas listas de materiais e memoriais de cálculo, se aplicáveis.

9.2 Documentos Elétricos

- diagramas funcionais, unifilares e trifilares;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- planta, vistas frontal e lateral e cortes, mostrando a disposição dos equipamentos devidamente identificados, dimensões, detalhes de fixação, ponto de aterramento, pesos, detalhes da entrada de cabos e esquema de pintura;
- diagrama de cablagem geral de interligação dos equipamentos incluídos no fornecimento (fiação externa);
- catálogo de todos os dispositivos utilizados;
- lista de materiais do quadro elétrico;
- lista de materiais externos ao quadro;
- desenho das plaquetas de identificação com dimensões e dizeres;
- memorial de cálculo do cabo de alimentação e/ou barramento.

10 . PEÇAS SOBRESSALENTES

As peças sobressalentes a seguir discriminadas deverão fazer parte integrante do fornecimento e deverão ser entregues juntamente com a entrega do equipamento.

Todas as peças sobressalentes serão intercambiáveis com todas as peças que substituirão, e serão fabricadas considerando que o emprego de materiais, processos de fabricação, ensaios e inspeções serão iguais aos estabelecidos na fabricação das peças originais:

- dois jogos completos de vedações para uma comporta segmento, inclusive parafusos de inox para aperto das vedações;
- quatro conjuntos de rodas de guia lateral completos;
- um conjunto de filtros de sucção e filtros de retorno para a central;
- um conjunto de grupos moto-bombas;
- dois conjuntos de buchas, juntas e vedações do servomotor óleo-hidráulico;
- um jogo de pressostatos utilizado na central do sistema de acionamento de uma comporta;
- um conjunto de todas as eletroválvulas utilizadas na central para acionamento de uma comporta;
- dois solenóides de cada tipo dos utilizados na central para acionamento da comporta;
- um manômetro;
- dois jogos de contatos (tripolares) para contatores;
- duas câmaras de extinção para os contatores;
- duas bobinas para contatores;
- dois relés térmicos;
- 10% (dez por cento) de relés auxiliares utilizados de cada tipo ou, no caso de não atingir a unidade, fornecer um de cada tipo;
- cinco blocos de contatos para botões de comando;
- dois sinalizadores (sem visores);
- cinco visores para sinalizadores;
- dois blocos de contatos para cada tipo de comutador ou similar;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- um relé de subtensão;
- vinte e quatro lâmpadas de sinalização;
- seis fusíveis de cada tipo utilizado;
- um conversor para o indicador de posição;
- 30% (trinta por cento) dos blocos de contatos para cada tipo de interruptor fim-de-curso.

11 . DADOS A SEREM FORNECIDOS COM A PROPOSTA

A CONTRATADA deverá fornecer uma descrição técnica detalhada de todo o equipamento, de seus componentes e dos principais materiais utilizados.

A CONTRATADA fornecerá entre outras as seguintes características técnicas:

- tipo de comporta
- numero de comportas
- massa de uma comporta completa
- largura, altura e raio externo de uma comporta
- massa de um braço
- dimensões de um braço
- massa de um mancal de articulação da comporta
- dimensões de um mancal de articulação da comporta
- esforços máximos transmitidos a um mancal de articulação da comporta
- características da bucha de um mancal de articulação da comporta
- quantidades de rodas de guia lateral de uma comporta
- quantidade de jogos de peças fixas
- massa de cada jogo de peças fixas
- massa da viga suporte do servomotor
- dimensões da viga suporte do servomotor
- esforço máximo transmitido a uma viga suporte do servomotor
- quantidade de servomotores por comporta
- pressão máxima do óleo no servomotor
- capacidade nominal do servomotor
- curso nominal do servomotor
- massa de um servomotor
- quantidade de centrais óleo-hidráulica
- massa de cada conjunto da central óleo-hidráulica
- largura, altura e comprimento da central óleo-hidráulica
- capacidade do tanque de óleo
- nº de moto-bombas



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- potência de cada motor
- largura, altura e comprimento do quadro de comando elétrico
- quantidades de eletrodos necessários, para aço estrutural e para aço inoxidável, para a montagem das peças fixas na Obra
- esquemas de proteção e pintura
- desenhos de implantação, apresentando no mínimo:
 - conjuntos dos equipamentos com dimensões principais;
 - cortes pelas ranhuras, soleira e frontal, mostrando os equipamentos e as peças fixas;
 - corte pelos mancais de articulação da comporta e do servomotor, mostrando os equipamentos e as peças fixas;
 - detalhes de fixação das vedações da comporta;
 - localização e dimensões das peças fixas embutidas em concreto primário;
- relação de peças sobressalentes;

CT.4 - FABRICAÇÃO E INSPEÇÃO

1 . OBJETIVO

Estas CONDIÇÕES TÉCNICAS tem como objetivo definir as condições de fabricação e inspeção referentes aos equipamentos hidromecânicos.

Nos casos em que houver conflito de uma determinada condição, prevalecerá a condição especificada nas CONDIÇÕES TÉCNICAS do equipamento em questão.

2 . MATERIAIS MECÂNICOS

2.1 Generalidades

De modo geral, todo e qualquer material será pormenorizadamente especificado e terá comprovado as suas propriedades mecânicas e composições químicas, quando a norma aplicada assim exigir.

2.2 Chapas

As chapas empregadas terão suas propriedades físicas e químicas conforme as definidas nas Normas ASTM-A36, ASTM-A283 e/ou outras de aplicação específica da ASTM ou equivalente.

Suas composições químicas e propriedades mecânicas serão comprovadas por meio de certificados de qualidade do material, emitidos pelo próprio fabricante das chapas. Todas as chapas com espessura igual ou superior a 19 mm serão submetidas a ensaios por ultrassom, de acordo com o estabelecido nas Normas ASTM-A435.

O afastamento inferior permissível na espessura de chapas grossas será, em qualquer caso, de 0,25 mm, conforme recomenda a Norma NBR-6664 da ABNT.

2.3 Aços Inoxidáveis

Os aços inoxidáveis terão as propriedades físicas e químicas conforme as definidas nas Normas ASTM-A176, A240 ou equivalentes. Serão de boa soldabilidade por solda elétrica, tais como os tipos 304 e 316 da classificação AISI ou do tipo 410 da mesma classificação.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

2.4 Peças Fundidas

Os ferros fundidos e os aços fundidos terão as propriedades físicas e químicas conforme as definidas nas Normas ASTM ou equivalente.

A variação da espessura, bem como de outras dimensões de cada peça fundida, será admitida, desde que a resistência da peça não sofra reduções superiores a 10% de seu valor de projeto, ou então será tal que as tensões calculadas com as dimensões reais não excedam as tensões admissíveis adotadas no projeto.

2.5 Peças Forjadas

As peças forjadas terão as propriedades físicas e químicas conforme as definidas nas Normas ASTM ou equivalentes.

2.6 Tratamento Térmicos e Termoquímicos

Os aços serão submetidos a tratamento térmicos ou termoquímicos, sempre que seja necessário alterar parcialmente ou não, suas propriedades ou conferir-lhes características determinadas.

As especificações detalhadas dos tratamentos térmicos ou termoquímicos constarão nos desenhos das peças ou estruturas metálicas.

3. MATERIAIS ELÉTRICOS

3.1 Esforços Suportados pelos Equipamentos Elétricos

O material será projetado de forma a resistir com toda a segurança aos esforços eletrodinâmicos devidos às correntes de curto-circuito nas condições mais desfavoráveis, bem como ao aquecimento correspondente até funcionarem os dispositivos de proteção.

3.2 Dispositivos de Segurança

Os circuitos de baixa tensão serão executados de modo tal que nenhuma peça sob tensão se ache ao alcance da mão, não apresentando as faces dos quadros qualquer parte condutora sob tensão.

3.3 Intertravamento

Todos os intertravamentos necessários serão previstos a fim de se evitar qualquer manobra falsa. Quando ocorrer falta de corrente acidental, toda religação só será feita com os comandos a partir da posição "desligado".

3.4 Parafusamento

Todos os pinos e parafusos de junção permanecerão travados após serem apertados. Serão protegidos contra a oxidação, por meio de cadmiagem, sherardização ou qualquer outro processo aceito pela CONTRATANTE.

3.5 Equipamento de Distribuição de Baixa Tensão

a) Características Gerais

A aparelhagem de baixa tensão deverá obedecer às Normas ABNT, NEMA ou equivalente.

A aparelhagem de baixa tensão será prevista e projetada para as tensões de alimentação e condições apresentadas no item 3 dessa ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA.

b) Contatores

Os contatores terão contatos de dimensões tais que em serviço normal sejam percorridos por uma corrente inferior a 90%, aproximadamente, da sua corrente nominal. Serão facilmente substituíveis e munidos de sopradores magnéticos de arco quando em corrente contínua. Seu



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

funcionamento será garantido para uma tensão que varia de mais 10% a menos 15% da tensão nominal alternada.

As bobinas do tipo “tropicalizado” serão calculadas para poderem permanecer indefinidamente sob tensão.

c) Disjuntores

As características acima indicadas para os contatores são igualmente aplicáveis aos disjuntores. Conforme for o caso, os disjuntores serão providos, seja de um comando elétrico à distância, seja de um comando manual local.

d) Quadros

O projeto e a fabricação dos quadros obedecerão às Normas ANSI, ABNT ou outras sujeitas à aprovação da CONTRATANTE.

Os quadros serão do tipo armário fechado, feitos de perfilados e chapas de aço, pintados e tratados contra corrosão. A espessura mínima será de 2,65 mm (12 MSG) para as chapas de aço, conforme ABNT. Todos os cantos vivos serão chanfrados.

Na parte frontal, os quadros terão uma porta para proteção e fácil acesso aos equipamentos de controle instalados em seu interior. As portas, como todas as chapas laterais removíveis, terão junta de borracha sintética para perfeita vedação do quadro. Os barramentos serão de cobre e pintados nas cores recomendadas pela ABNT.

O fabricante fornecerá e instalará toda a fiação interna entre os aparelhos e as réguas terminais dos quadros.

A instalação elétrica será executada de acordo com modernas Normas e práticas de fiação.

Os cabos ou fios serão criteriosamente arranjados. Nenhuma emenda nos cabos será permitida entre réguas terminais e equipamentos, ou entre equipamentos.

A fiação será feita com cabos de cobre estanhados flexíveis e de diâmetros adequados às correntes a serem transportadas, porém, não menores que 1,5 mm², exceto no caso de circuitos dos transformadores de corrente, quando não serão menores que 2,5 mm² com isolamento para 600 V, tipo chama não propagante.

A ligação entre disjuntores e contatores deverá ser feita com cabos de cobre flexíveis de bitola não inferior a 4 mm². Para facilidade de manutenção, os circuitos serão codificados por cores ou identificados em todos os terminais exatamente de acordo com os diagramas aprovados. O circuito será projetado de tal modo que não haja mais que dois cabos em qualquer terminal das réguas ou dos aparelhos.

Todas as conexões serão feitas com terminais de pressão do tipo que permita fixá-los aos bornes terminais dos instrumentos e das réguas terminais. Não será permitido o uso de réguas terminais em que o parafuso de fixação do terminal entre em contato direto com os fios ou os prendam através de pressão de molas. Deverão ser de boa qualidade, resistentes a impactos e garantir boa fixação dos terminais, ainda que sujeitos a vibrações, e ter marcação visível em cada terminal, de acordo com esquemas funcionais e topográficos fornecidos.

As conexões nas réguas terminais serão agrupadas, tendo em vista o arranjo e destino dos cabos de controle externos.

Terminais sobressalentes serão fornecidos num total de aproximadamente 10% de cada tipo dos terminais usados.

Fusíveis ou disjuntores apropriados serão fornecidos para a correta proteção dos equipamentos e fácil seleção dos circuitos com defeito. Os cabos entrarão por baixo. As réguas terminais para



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

ligação de cabos externos serão montadas em posições razoavelmente próximas à base, de modo que facilitem a entrada, instalação e arranjo dos cabos.

A fiação será facilmente acessível para manutenção. Suportes para lâmpadas de iluminação serão instalados nos quadros. Os suportes serão fornecidos para lâmpadas incandescentes de 100 W, 220 V, 60 Hz, as quais poderão ser controladas por interruptores operados pela abertura da porta do quadro, e afastados de equipamentos sensíveis ao calor (canaletas, fios).

A fiação completa, incluindo réguas terminais separadas para a alimentação, será fornecida.

e) Cabos Elétricos Externos aos Quadros

Estes cabos serão de classe de isolamento de 600 V e serão isolados com PVC ou similar, com capa externa de PVC.

Para aplicações especiais, serão previstos cabos adequados, sujeitos à aprovação da CONTRATANTE.

3.6 Motores Elétricos

Os motores elétricos corresponderão às Normas Brasileiras NBR-7094, NBR-5383 e EB-620 e, nos casos omissos, far-se-á referência à IEC (34-1, 72-1 e 72-2) e ANSI C 50.2.1955.

Os motores serão do tipo de indução, trifásico, de rotor bobinado, previstos para partida sob tensão plena, com corrente não superior a seis vezes a sua corrente nominal, no caso de motor gaiola, salvo indicações contrárias mencionadas nas CONDIÇÕES TÉCNICAS do equipamento em questão.

Não terão velocidade superior a 1800 rpm. Poder-se-á fazer exceção ao acima especificado, para motores de potência fracionária e motores para aplicações especiais, os quais estarão sujeitos à aprovação da CONTRATANTE. O conjugado máximo será de 250% do conjugado nominal. A tensão nominal será de 380 V. Os motores serão escolhidos para um dos dois regimes de trabalho abaixo descritos, considerando-se as condições climáticas do local.

- Regime pseudo-contínuo com fator de funcionamento de 100% e 6 partidas por hora.
- Regime intermitente de partidas freqüentes, fator de funcionamento de 40% e 150 partidas por hora.

O fator de funcionamento será definido pela relação:

- tempo de funcionamento
- tempo de funcionamento + tempo de repouso

Os motores partirão sob tensão de 0,90 Un e fornecerão o torque necessário sob a tensão de 0,90 Un (Un = tensão nominal).

Os enrolamentos terão isolamento da classe B.

Os motores serão do tipo fechado, protegidos contra jato d'água e poeira fina, auto ventilados, ILP-54 no caso de ambiente coberto e TP-55 no caso de ambiente descoberto.

Os motores serão entregues equipados com os seguintes acessórios para cada um:

- uma caixa de terminais estanque, para junção dos cabos, a seco;
- dois mancais de rolamento de esferas ou de rolos com dispositivos para abastecimento de óleo ou graxa durante o serviço, se necessário;
- acessórios de fixação;
- suportes em forma de anel para levantamento, pelo menos para os motores acima de 500 N de peso;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- uma placa de sinalização com o esquema de ligações;
- resistência de aquecimento para evitar a condensação da umidade. Será feita exceção para os motores de indução, tipo gaiola, de potência igual ou inferior a 3 HP.

3.7 Equipamentos de Comando. Controle. Proteção e Sinalização

a) Características Gerais

Os circuitos e aparelhagem de comando, controle, bloqueios e sinalização serão previstos para uma tensão de serviço conforme definido no item 3 desta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA.

b) Comutadores e Botão de Pressão

A corrente nominal mínima será de 10 A. Os comutadores e botões de pressão não ficarão em posição intermediária.

c) Sinalização

Toda a sinalização deverá ser feita através de LED's (diodos emissores de luz) montados em armações apropriadas. Não serão aceitos sinalizadores com lâmpadas incandescentes.

d) Aparelhos de Controle

Se utilizados, os aparelhos indicadores colocados sobre os quadros serão de modelo aprovado pela CONTRATANTE.

e) Transdutores

Os transdutores terão sinal de saída de 04 a 20 mA, sendo o mesmo isolado da alimentação e da massa do transdutor. Os transdutores serão alimentados em 125 Vcc e serão para uma carga mínima variável de 500 ohms.

Especificamente para os indicadores de posição, os mesmos deverão ser ligados a um transmissor contínuo com saída digital em código BCD.

f) Relés

Os relés funcionarão sem ruído ou vibração e levarão o número de contatos necessários para assegurar suas funções.

f.1) Relés de Proteção

A CONTRATADA definirá as características construtivas dos aparelhos que julgar mais apropriadas, devendo dar preferência para relés digitais numéricos. Para fixá-las, a CONTRATADA levará em conta os seguintes elementos:

- os relés de proteção serão colocados no interior dos quadros;
- os relés serão protegidos contra a corrosão e umidade;
- cada relé conterà um esquema, gravado internamente, indicando as referências dos terminais;
- as escalas de regulagem serão visíveis do exterior sem que se necessite desmontar parte do relé. A regulagem poderá ser feita quando o relé estiver em serviço, sem risco de provocar seu funcionamento indevido.

3.8 Aterramento

Todos os motores, botoeiras, caixas de ligação, quadros, luminárias e outros equipamentos elétricos terão suas partes metálicas solidamente aterradas.

O aterramento será feito na rede de terra geral.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

3.9 Proteção Contra Umidade e Aquecimento

Os quadros e os aparelhos elétricos serão previstos com recursos que evitem a condensação e aquecimento prejudiciais ao bom funcionamento e ao tempo de duração do equipamento.

4 . SOLDA ELÉTRICA

4.1 Qualificação dos Soldadores

A CONTRATADA será responsável pela qualidade dos trabalhos de soldagem. Todos os soldadores que trabalharão nos equipamentos estarão qualificados segundo a Norma ASME, Seção IX, por um organismo oficial (Bureau Veritas, Lloyd's Register) ou entidades equivalentes, ou ainda pela própria CONTRATANTE. Se, não importando qual a fase do serviço, o trabalho que um soldador for contestado, tal soldador passará por um novo teste de qualificação, de maneira a determinar sua aptidão a executar o tipo de trabalho para o qual estava qualificado.

Todas as despesas dos testes de qualificação correrão por conta da CONTRATADA inclusive o fornecimento dos corpos de prova e os eletrodos necessários.

Os corpos de prova serão dos mesmos materiais que serão utilizados para a execução do equipamento ou equivalentes segundo a norma ASME. A técnica de soldagem será a mesma a ser utilizada na execução do equipamento. Os eletrodos serão idênticos aos especificados para a execução do equipamento.

4.2 Preparação das Soldas

As peças a serem unidas por soldagem serão cortadas cuidadosamente nas dimensões previstas e, conforme o caso, calandradas no raio certo, de acordo com as dimensões indicadas nos desenhos.

As arestas de cada peça serão chanfradas, seja por oxiacetileno, esmerilhamento, eletrodo de carvão ou usinagem, de acordo com o tipo de peça e o tipo de solda, a fim de permitir uma melhor penetração.

As superfícies cortadas apresentarão um metal são e isento de qualquer defeito causado pela laminação, chanfragem ou outro qualquer. As superfícies das chapas a soldar serão isentas de todo o traço de ferrugem, graxa ou qualquer outro material estranho.

4.3 Soldagem

Os serviços de soldagem na Fábrica e na Obra, deverão ser executados com a melhor técnica e de acordo com as Normas TB-2, MB-168 e NB-262, da ABNT, ou equivalente.

Para as soldas efetuadas por arco elétrico, os eletrodos serão revestidos ou será usada técnica onde o ar não entre em contato com o metal fundido. Máquinas automáticas podem ser utilizadas, adotando-se procedimentos de controle corretos.

As soldas não serão executadas sobre superfícies úmidas ou durante períodos de fortes ventos, a menos que o soldador e as peças estejam protegidas convenientemente.

Após a execução das soldas, as mesmas serão limpas de toda a escória e respingos, devendo apresentar superfícies uniformes, lisas, isentas de quaisquer porosidades ou inclusões de escórias, conforme norma adotada.

4.4 Eletrodos

Os eletrodos serão convenientemente escolhidos pelas suas características de corrente elétrica, material e processo de solda.

A estocagem dos eletrodos será feita em estufa, com controle de temperatura, de acordo com as especificações do fabricante dos mesmos, a fim de evitar qualquer dano ou deterioração.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Para soldas bimetálicas, os eletrodos serão escolhidos também através de testes feitos com pedaços das peças a serem unidas pela solda.

5 . INSPEÇÃO MECÂNICA

5.1 Ensaios Destrutivos

Antes da retirada de qualquer testemunho ou apenso, os mesmos serão numerados e autenticados pela CONTRATANTE. Esta numeração e autenticação permanecerão unidas aos corpos de prova até o momento de serem realizados os ensaios.

Os ensaios de tração obedecerão às exigências da Norma NBR-6152 e os de dobramento à Norma NBR-6153, ambas da ABNT, ou equivalente.

a) Ensaios Mecânicos

– Chapas e Perfilados

Serão feitos ensaios de tração e dobramento por amostragem, limitados a 5% da quantidade de chapas do lote apresentada, a critério da CONTRATANTE, mesmo que a CONTRATADA tenha apresentado à CONTRATANTE os Certificados de Ensaios Químicos e Mecânicos, emitidos pelo Fornecedor.

Cada amostra será suficiente para tirar três corpos de prova para tração e três corpos de prova para dobramento.

De cada amostra serão retirados inicialmente: um corpo de prova para ensaio de tração e um corpo de prova para ensaio de dobramento.

Se o ensaio de tração for insatisfatório, serão ensaiados os outros dois corpos de prova à tração.

Nos casos em que um dos dois últimos corpos de prova ensaiados apresentar resultados insatisfatórios, as chapas dessa corrida serão rejeitadas.

Procedimento análogo se aplica para os corpos de prova ensaiados ao dobramento lateral.

O custo destes ensaios será suportado pela CONTRATADA. Quando o resultado dos ensaios mecânicos de um material apresentar características abaixo daquelas especificadas pela Norma correspondente, as demais chapas da mesma corrida da amostra serão rejeitadas. Caso a CONTRATADA queira reapresentar as chapas desta corrida rejeitada, deverá comprovar com ensaios complementares a sanidade de cada chapa dessa mesma corrida.

A CONTRATANTE terá ainda o direito de exigir, para cada ensaio com resultado insatisfatório, um ensaio suplementar em amostra tirada de outra corrida do mesmo lote.

O custo destes ensaios complementares será igualmente suportado pela CONTRATADA

– Fundidos

Antes de se mandar executar os trabalhos de fundição, serão definidas no roteiro de ensaios e inspeções as peças principais que se submeterão a ensaios físicos e químicos, os quais serão presenciados pela CONTRATANTE. Se o corpo de prova for fundido junto com a peça, o seu desenho mostrará o lugar de onde eles serão retirados.

Será aceita a alternativa de se fundir dois corpos de prova por corrida, separadamente das peças, sendo feita a identificação dos corpos de prova com as peças, por análise química, devendo a CONTRATADA comunicar à CONTRATANTE o momento em que serão efetuadas as corridas para que a CONTRATANTE possa presenciá-las. A CONTRATADA inspecionará as peças antes da usinagem.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

As propriedades químicas serão comprovadas através de apresentação dos respectivos Certificados de Material, fornecidos pela CONTRATADA. Para as peças fundidas no fornecedor, a CONTRATANTE, a seu critério, presenciará ou não os ensaios na dependência do mesmo.

A estrutura das peças fundidas será homogênea e isenta de qualquer impureza não metálica.

Se nos pontos críticos das seções de uma peça fundida houver demasiada concentração de impurezas ou de elementos de liga, a peça será refugada.

As falhas e outros defeitos que se revelarem quando da limpeza das peças fundidas ou durante uma operação de usinagem, serão cuidadosamente raspadas até atingir-se o metal sã, antes de qualquer conserto. Não será feito nenhum reparo nas peças fundidas sem a prévia aprovação da CONTRATANTE, exceto em casos de pequenas inclusões ou defeitos que não comprometam as características da peça, podendo, neste caso, a CONTRATANTE aceitar ou não as peças reparadas. O enchimento de defeitos de fundição será executado por soldadores altamente qualificados e segundo as melhores técnicas de soldagem. Qualquer peça fundida que precisar de enchimento em qualquer etapa de fabricação, após o primeiro recozimento, será submetida a novo tratamento de recozimento, salvo indicações em contrário. Não serão aceitos enchimentos em bandas de rodagem.

– Soldas

Serão feitos ensaios de tração e dobramento de corpos de prova, em apenso às soldas (cordões de topo).

O número de apensos será definido em comum acordo entre CONTRATANTE e VENDEDORA, após o detalhamento do projeto.

As dimensões de cada apenso serão suficientes para tirar três corpos de prova para tração e três corpos de prova para dobramento (ou seis no sentido transversal da solda). De cada apenso serão ensaiados um corpo de prova à tração e outro a dobramento lateral. Se o resultado do ensaio de tração for insatisfatório, serão ensaiados os outros dois corpos de prova à tração.

Nos casos em que um dos dois últimos corpos de prova ensaiados apresentarem resultados insatisfatórios, a solda será rejeitada.

Procedimento análogo se aplica aos corpos de prova ensaiados a dobramento lateral.

Deverão ser tirados dois corpos de prova, de cada um dos elementos estruturais (solda de topo); o local de retirada desses corpos de prova deverá ser onde a solda é mais solicitada.

A não aceitação dos corpos de prova implicará na rejeição, por parte da CONTRATANTE, dos cordões de solda que deram origem aos mesmos. Antes da remoção dos cordões rejeitados serão preparados novos apensos, com o mesmo material base e soldados com o mesmo tipo de eletrodo utilizado para os cordões rejeitados. Esses novos apensos serão soldados nas extremidades dos cordões a serem corrigidos, sendo então realizada a remoção dos cordões rejeitados, juntamente com os novos apensos. Os novos cordões serão então executados e os ensaios repetidos.

Os ensaios de tração serão considerados satisfatórios quando o corpo de prova ensaiado apresentar limite de resistência à tração enquadrado no seu caso próprio abaixo:

- Para soldas que unem dois metais idênticos, o limite de resistência à tração do corpo de prova deve ser igual ou maior ao limite de resistência à tração mínima do material base, especificado por Norma aceita pela CONTRATANTE.
- Para chapas, perfilados, fundidos e cabos de aço, o limite de resistência à tração do corpo de prova deve ser igual ou maior que o limite de resistência mínimo do material que deu origem ao corpo de prova, especificado por Norma aceita pela CONTRATANTE.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Para soldas que unem metais diferentes, o limite de resistência à tração do corpo de prova deve ser igual ou maior que o limite de resistência mínimo do material base que apresente menor resistência à tração, especificado por Norma aceita pela CONTRATANTE.
- Para soldas calculadas com resistência à tração menor que a do metal base, o limite de resistência à tração do corpo de prova deve ser igual ou maior que o limite de resistência à tração do metal da solda, especificado por Norma aceita pela CONTRATANTE.
- Em qualquer caso de solda, quando o corpo de prova se rompe no metal base, fora da solda ou exteriormente à linha de fusão, o ensaio será aceito somente quando o limite de resistência do corpo de prova for igual ou maior que o limite de resistência mínimo do material base que apresente menor resistência à tração, especificado por Norma aceita pela CONTRATANTE.

Os ensaios de dobramento serão considerados satisfatórios quando o corpo de prova ensaiado atender as exigências da Norma NBR-6153 da ABNT.

b) Análise Química

Em aços inoxidáveis e outros materiais resistentes à corrosão, será feita análise química por amostragem, a critério da CONTRATANTE, para verificação dos certificados.

O custo desta análise será suportado pela CONTRATANTE, desde que a CONTRATADA tenha apresentado o Certificado dos Ensaio Químicos desses materiais.

As propriedades químicas de fundidos, chapas e perfilados serão comprovadas através da apresentação dos respectivos certificados de material fornecidos pela CONTRATADA.

5.2 Ensaio Não Destrutivos

a) Serão Submetidos a Ensaio de Dureza

Rodas, roldanas, coroas dentadas, eixos, engrenagens, borrachas de vedação, aços inoxidáveis, quando o valor de dureza for especificado no projeto.

b) Serão Ensaio por Ultra-Som:

– Chapas

100% das chapas, em sua forma de matéria-prima, de espessura igual ou superior a 19 mm, segundo a Norma ASTM A435.

– Peças Fundidas e/ou Forjadas

Rodas, eixos de rodas, eixos de grande responsabilidade estrutural, hastes de servomotores, etc.

c) Serão ensaiados por líquido penetrante ou partícula magnética, conforme definido no Roteiro de Inspeção:

- Soldas: em 100% dos cordões de solda bimetálicas e os cordões de solda estruturais (de ângulo)
- Chanfros para soldas na Obra
- Rodas: na pista de rolamento e face interna dos cubos, após usinagem final e tratamento térmico, quando existente.
- Eixos: após usinagem final e tratamento térmico, quando existente.

As peças acima serão rejeitadas se após o ensaio apresentarem trincas ou porosidades acima do permitido na Norma ASME ou outra aplicável. As partes rejeitadas serão reparadas e



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

novamente submetidas aos ensaios aplicáveis desta seção. Dependendo da extensão ou do tipo do defeito, poderá haver refugo da parte defeituosa.

d) Controle das Soldas

Serão exigidos os seguintes controles de acordo com as classes de solda que deverão ser definidas nos desenhos de projeto, aprovados pela CONTRATANTE.

- Classe 1
 - 100% ultrassom ou radiografia
 - 100% partículas magnéticas ou líquido penetrante
 - 100% visual/dimensional
- Classe 2
 - 30% ultrassom ou radiografia
 - 30% partículas magnéticas ou líquido penetrante
 - 100% visual/dimensional
- Classe 3
 - 20% partículas magnéticas ou líquido penetrante
 - 100% visual/dimensional
- Classe 4
 - 100% visual/dimensional
- Estanques e Bimetálicas
 - 100% líquido penetrante ou testes de estanqueidade.

Os critérios de aceitação serão conforme ASME Seção VII, e os métodos de ensaios conforme ASME, Seção V.

Todos os controles descritos, após o último tratamento térmico.

Em caso de defeito será aumentada a porcentagem do controle, conforme ASME Seção VIII - UW52.

O local de amostragem será definido pelo inspetor por ocasião do ensaio.

5.3 Espessura de proteções Superficiais

- Cromação e outros processos similares: verificação da camada, através de medidor magnético (elcômetro) ou outro aparelho indicado. As peças que não apresentarem a espessura recomendada no projeto serão rejeitadas.
- Pintura: a demão de pintura básica será verificada antes da aplicação da demão de acabamento. Será utilizado medidor magnético (elcômetro) . A espessura final da pintura será conforme indicado nestas CONDIÇÕES TÉCNICAS e, se não for atingida, será rejeitada. A verificação da pintura básica e de acabamento somente será feita após decorrido o tempo necessário à cura da tinta, especificado pelo fabricante, devendo ser controlado na presença da CONTRATANTE, além da espessura total da aderência da película seca, conforme as normas aplicáveis.

5.4 Verificações Dimensionais e de Acabamento Durante a Fabricação

a) Partes Estruturais



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Antes da montagem dos componentes mecânicos e após eventuais correções e aprovação das soldas, após o tratamento térmico e usinagem final, as partes estruturais serão submetidas a verificação dimensional completa e verificação de acabamento de usinagem.

Deve ser prevista pela CONTRATADA, a pré-montagem no mínimo para os equipamentos abaixo, para verificação de ajustes, alinhamento, nivelamento, etc.

- peças fixas de grades, comporta ensecadeira e comporta segmento;
- tabuleiros e painéis de comporta ensecadeira
- setores, munhões e braços da comporta segmento.

Deve ser prevista também a verificação do acoplamento da viga pescadora, com os elementos e balanceamento dos painéis.

b) Elementos Mecânicos

Os seguintes elementos mecânicos serão submetidos à inspeção dimensional de acabamento, após usinagem final, após tratamento térmico e antes de qualquer montagem, em 100% dos lotes:

- Rodas e eixos;
- Buchas das rodas e eixos acima citados;
- Chassis, apoios ou suportes estruturais de elementos mecânicos de acionamento;
- Cilindro, flanges, buchas, êmbolo e haste do servomotor;
- Os demais elementos mecânicos, após usinagem final e antes de qualquer montagem, serão inspecionados dimensionalmente por amostragem, a critério da CONTRATANTE.

Os ensaios de vazamento serão feitos para as posições extremas e intermediária do êmbolo do servomotor.

Será verificado o funcionamento dos dispositivos de redução de velocidade dos trechos finais do curso do êmbolo, quando aplicável.

Os servomotores deverão ser submetidos a ensaios de funcionamento nas dependências da CONTRATADA, verificando-se a movimentação da haste em ambos os sentidos.

- Centrais Oleodinâmicas

As centrais óleo-hidráulicas completas deverão ser submetidas a ensaios de funcionamento nas dependências da CONTRATADA.

- Tubulações e demais componentes do circuito hidráulico.

Atenderão à condição de pressão de ensaio hidrostático indicada acima, não sendo admitidos vazamentos externos ou exudação.

- Manômetros

Será feita a comparação com manômetro padrão, ponto por ponto da escala, para pressões crescentes e decrescentes, alternadamente.

- Redutores

Verificação da relação de transmissão real dos redutores, bem como de ruídos, vibrações e aquecimento.

- Motores elétricos



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Medição da voltagem, amperagem e rotação do motor, quando alimentado o sistema com a pressão máxima de trabalho.

- Diversos
- Ensaios da válvula de segurança e pressostato;
- Verificação da capacidade do reservatório;
- Verificação do tempo necessário para se atingir a pressão nominal;
- Levantamento da curva característica das molas.

Antes de se levantar a curva característica, as molas de grande responsabilidade serão deixadas sob tensão máxima admissível, durante 48 horas.

c) Peças Sobressalentes

Todas as peças sobressalentes, além dos ensaios destrutivos e não destrutivos aplicáveis, definidos nos itens 5.1 e 5.2, serão submetidas à verificação dimensional completa e a ensaios de funcionamento, quando necessários.

O critério de amostragem será de acordo com as Normas MIL-STD-105D.

Quando uma peça for rejeitada ou refugada na inspeção por amostragem, penalizar-se-á todo o lote. Neste caso, a CONTRATADA fará a separação necessária das peças defeituosas, apresentando-as novamente para inspeção da CONTRATANTE.

5.5 Componentes Básicos

Todos os ensaios definidos no tem 5 serão realizados, quando aplicáveis.

Sempre que previstos, os equipamentos relacionados, serão submetidos, no mínimo, aos ensaios descritos a seguir:

– Bombas

Levantamento das curvas características através dos ensaios correspondentes, para cada tipo de bomba. A CONTRATANTE presenciará este ensaio, e aceitará os certificados de ensaios internos para as demais bombas do mesmo tipo.

– Servomotores

Cada servomotor completo será submetido a um ensaio de pressão hidrostática, de acordo com o Código ASME de Vasos de Pressão, durante pelo menos 30 (trinta) minutos, a uma pressão interna de ensaio exercida pelo óleo igual à maior das duas seguintes pressões: 150 % (cento e cinquenta por cento) da pressão nominal do servomotor, ou pressão que o óleo aplicaria ao servomotor sob o conjugado máximo do motor elétrico da bomba de óleo, supondo-se inoperante a válvula de alívio do circuito.

Todos os componentes do servomotor sujeitos à pressão de óleo, tais como: cilindro, pistão, haste, tampas, vedações, tubulações, válvulas e parafusos serão submetidos a ensaio à pressão indicada acima, não sendo admitidos vazamentos externos ou exudação.

Sob pressão de ensaio, o vazamento interno do servomotor não ultrapassará o valor de $V=3 \times (D^2-d^2)$, onde V = vazamento interno (mm^3/hora), D = diâmetro interno do cilindro (mm), d = diâmetro da haste (mm). Não se admitirão vazamentos de óleo para o exterior do servomotor.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

6 . INSPEÇÃO ELÉTRICA

6.1 Generalidades

Cada tipo de parte de equipamento (quadros, barras, disjuntores, aparelhos de medição, cabos, motores, relés, aparelhos diversos) será submetido na fábrica aos ensaios de rotina, de conformidade com as Normas dos equipamentos correspondentes, na presença da CONTRATANTE. Para equipamentos nacionais, os ensaios serão realizados nas dependências do fabricante.

6.2 Quadros e Circuitos de Distribuição e Comando

Serão fornecidos à CONTRATANTE os relatórios dos ensaios de precisão e funcionamento na fábrica, dos diversos aparelhos incluídos nos quadros.

Os quadros completos serão ensaiados na fábrica da CONTRATADA, quando houver, na presença da CONTRATANTE, quanto ao seu comportamento dielétrico e funcionamento.

As condições nas quais se realizarão os ensaios dielétricos são as definidas pelas Normas aplicáveis.

6.3 Detetores de Temperatura

Ensaio de cada detetor, por meio de um dispositivo que reproduza as variações de temperatura e sua faixa de funcionamento.

6.4 Ensaios Dielétricos nas Fiações

Conforme as normas aplicáveis

6.5 Aparelhos de Proteção, Relés

A CONTRATADA fornecerá os Certificados de Ensaios de Rotina, emitidos pelo fabricante, os quais a CONTRATANTE poderá presenciar.

6.6 Motores

Serão realizados os ensaios de tipo, de rotina, definidos pela Norma NBR-5383 da ABNT, na primeira unidade, para cada tipo de motor. Para os demais motores deverão ser realizados os ensaios de rotina. A CONTRATANTE poderá aceitar, a seu critério, os certificados de ensaios de tipo de motores padronizados, apresentados pela CONTRATADA.

A CONTRATANTE presenciará todos os ensaios previstos.

CT.5 - PROTEÇÃO E PINTURA

1 . OBJETIVO

Estas CONDIÇÕES TÉCNICAS tem como objetivo definir as condições de proteção e pintura referentes aos equipamentos hidromecânicos.

Nos casos em que houver conflito de uma determinada condição, prevalecerá a condição especificada nas CONDIÇÕES TÉCNICAS do equipamento em questão.

2 . TRATAMENTO DA SUPERFÍCIE

Antes da aplicação da pintura, todas as superfícies deverão ser tratadas para garantir a sua perfeita aderência.

Nas regiões onde forem constatados vestígios de óleo, graxa ou gordura a limpeza deverá ser efetuada com solventes, friccionando-se a superfície com panos limpos ou escovas embebidas em



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

aguarrases minerais. A limpeza final deverá ser feita com solventes limpos e panos ou escovas limpas.

Para as superfícies que se apresentarem excessivamente cobertas com escamas de ferrugem, deverá ser empregado o processo de remoção por meio de ferramentas de impacto (escovas de arame de aço) ou por meio de ferramentas mecânicas (lixadeiras ou esmerilhadeiras), antes da limpeza final com jato abrasivo, conforme especificado no item correspondente das CONDIÇÕES TÉCNICAS do equipamento em questão e conforme item 6 desta Seção.

As superfícies usinadas ou de aço inoxidável, bem como furações, vedações de borracha, etc., deverão ser convenientemente protegidas no caso de jateamento.

3 . PREPARO E APLICAÇÃO DAS TINTAS

O preparo e aplicação das tintas deverão seguir rigorosamente as instruções do fabricante das mesmas.

Todos os componentes deverão ser bem misturados, antes da aplicação, não devendo apresentar decantação nos recipientes durante a aplicação.

Todo o serviço deverá ser efetuado de maneira esmerada para que as superfícies fiquem isentas de escorrimentos, respingos, rugosidade, bolhas, ondas, recobrimentos e marcas de pincel.

Todas as demãos deverão ser aplicadas de tal maneira a produzir uma película igual e uniforme, cobrindo todos os cantos, reentrâncias, bordas, etc.

As tintas deverão ser aplicadas a pincel. Apenas na última demão, quando não exigido pelo fabricante, poderá ser utilizado rolo ou pistola.

Sempre que houver paralização dos serviços a sua continuidade posterior deverá ser feita com uma superposição mínima de 200 (duzentos) milímetros.

Os limites de umidade e temperatura ambiente deverão seguir rigorosamente as instruções dos fabricantes das tintas.

Não será permitido, no entanto, pintura em ambiente cuja umidade relativa do ar ultrapasse 85 % (oitenta e cinco por cento) e cuja temperatura da superfície metálica esteja acima de 50° C.

Cada demão de tinta deverá estar suficientemente seca e no estado de cura apropriado antes de receber a demão subsequente. O intervalo de tempo entre as demãos deve seguir o estabelecido pelo fabricante de tintas.

Antes da aplicação de uma nova demão de tinta a superfície já pintada deverá estar limpa de toda a poeira, óleo, graxa ou quaisquer resíduos e inteiramente isentas de água ou umidade, de modo a permitir perfeita aderência entre as diversas camadas de tinta.

As superfícies usinadas, as superfícies de aço inoxidável, bem como furações, vedações de borracha, etc., não deverão ser pintadas, devendo ser convenientemente protegidas durante as operações de limpeza e pintura. Após estas operações, as partes usinadas serão limpas e protegidas com duas demãos de verniz removível com espessura mínima de 35 micra.

Após a limpeza da superfície interna das tubulações de aço que permanecerem vazias, deverão ser aplicadas duas demãos de tinta betuminosa ou de resinas sintéticas.

As superfícies internas confinadas dos equipamentos deverão ser convenientemente protegidas.

Os elementos de fixação em aço carbono serão limpos adequadamente com escova, ar comprimido e solvente e conforme a prática usual para cada caso, protegidos com óleo, graxa ou duas demãos de verniz removível com espessura mínima de 35 micra.

As regiões de identificação das partes e marcas de montagem deverão ser protegidas quando da limpeza e proteção.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Deverá ser deixada sem qualquer pintura uma faixa de 100 mm, para cada lado, em todos os locais onde existir soldas do campo. Após a soldagem deverá haver uma preparação da superfície e posterior pintura.

As superfícies dos equipamentos, em contato com concreto e alvenarias não serão pintadas.

4 . INSPEÇÃO E TESTES

A seu critério, a CONTRATANTE fiscalizará os serviços no que diz respeito à limpeza das superfícies, preparação das tintas e aplicação de cada demão, verificando as exigências dos fabricantes e destas CONDIÇÕES TÉCNICAS.

Entre os testes a serem executados, serão verificadas a espessura da película e a aderência da tinta.

5 . ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA PINTURA

5.1 Generalidades

Todos os materiais e equipamentos que necessitem de pintura deverão ser tratados de acordo com as recomendações específicas para cada equipamento e de acordo com os esquemas e especificações relacionados neste item.

Outros esquemas de proteção e pintura de componentes padronizados (ex. motores elétricos) praticados por seus fabricantes, deverão ter aprovação da CONTRATANTE.

5.2 Esquemas de Pintura

– Esquema A

Limpeza de superfície com jato de areia ou granalha de aço até o metal quase branco de acordo com a Norma SSPC-SP10-63T da STEEL STRUCTURE PAINTING COUNCIL.

NOTA: Nos locais onde não é permitida a presença de areia a limpeza das chapas deverá ser executada com ferramentas mecânicas, de acordo com a Norma SSPC-SP3-63.

Duas demãos de tinta de óxido de ferro, à base de borracha clorada.

Uma demão de tinta de fundo à base de alcatrão “EPOXI” resistente à abrasão, cor marrom.

A película de tinta, depois de seca, deverá apresentar uma espessura mínima de 200 (duzentos) micra.

Uma demão de tinta de acabamento à base alcatrão “EPOXI” resistente à abrasão, cor preta, a ser aplicada após decorridas 24 e 48 horas da aplicação da tinta de fundo.

A película de tinta, depois de seca, deverá apresentar uma espessura mínima de 200 (duzentos) micra.

– Esquema B

Limpeza de superfície com jato de areia ou granalha até o metal branco de acordo com a Norma SSPC-SP5-63 da STEEL STRUCTURE PAINTING COUNCIL.

NOTA: Nos locais onde não é permitida a presença de areia a limpeza das chapas deverá ser executada com ferramentas mecânicas, de acordo com a Norma SSPC-SP3-63.

Duas demãos de tinta de óxido de ferro, à base de borracha clorada.

Uma demão de tinta de fundo, rica em zinco à base de resina “EPOXI” conforme especificação N1277 da PETROBRAS.

A película de tinta, depois de seca, deverá apresentar uma espessura de 60 a 70 micra por demão e um percentual mínimo de 92% de zinco na película seca.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Duas demãos de tinta de acabamento à base de alcatrão-epóxi alta espessura e resistente à abrasão.

A película de tinta depois de seca, deverá apresentar uma espessura mínima de 200 (duzentas) micra por demão.

– Esquema G

O esquema G é aplicado para quadros elétricos.

Deverá ser feita a decapagem das chapas e suportes até o metal branco por meio de jato de areia, granalha ou limalha com granulometria adequada, eliminando-se toda a ferrugem. Deverá ser feita a zincagem em todas as chapas e suportes, imediatamente após o jateamento. Tratamento de chapa por fosfatização será também aceito (90 micra). Deverá ser aplicada uma ou mais camadas de WASH PRIMER para melhorar a aderência das tintas de acabamento na espessura mínima de 10 (dez) micra.

Será aceito processo de pintura a pó.

Quadros elétricos não abrigados.

Deverá ser aplicada uma ou mais demãos de tinta de fundo óxido de ferro à base de borracha clorada, na espessura seca de 70 (setenta) micra por demão.

Todos os riscos e depressões deverão ser amassados até que seja conseguida uma superfície perfeitamente lisa

Deverá ser aplicada uma ou mais demãos de tinta de acabamento à base de borracha clorada, insaponificável, na espessura mínima de 35 micra por demão.

A espessura total seca do esquema acabado deverá ser, no mínimo, 240 micra.

Nos pontos críticos (cantos vivos, arestas, cordões de soldas, etc.) a espessura seca mínima do esquema de pintura deverá ser de 270 micra.

Quadros Elétricos Abrigados

Deverá ser aplicada uma ou mais demãos de tinta de fundo sintética à base de cromato de zinco e óxido de ferro, com espessura seca mínima de 35 micra por demão.

Todos os riscos e depressões deverão ser amassados até que seja conseguida uma superfície perfeitamente lisa.

Deverá ser aplicada uma ou mais demãos de tinta de acabamento de esmalte sintético alquídico brilhante para interiores e exteriores, com espessura seca mínima de 30 micra por demão.

A espessura total seca do esquema acabado deverá ser, no mínimo, 130 micra.

NOTA: Para as espessuras de película admite-se uma tolerância de mais ou menos 10%.

6 . CORES

Os equipamentos hidromecânicos serão pintados obedecendo os seguintes padrões:

COR	CÓDIGO MUNSELL
Preta	N-1
Amarela	5Y 8/12
Laranja	2,5 YR 6/14
Cinza Claro	N - 6,5
Cinza Escuro	N - 3,5



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

As cores dos equipamentos obedecerão, além disso, às determinações da CONTRATANTE para aplicação de cores para construção mecânica, elétrica e segurança, para cada parte do equipamento.

7 . RETOQUES

Para todo o equipamento que tenha sido especificado com um esquema de pintura que inclui pintura de acabamento na Fábrica, a CONTRATADA fornecerá, junto com cada unidade entregue FOB-Fábrica, as tintas base “Primers” e as tintas de acabamento necessárias para retocar a pintura eventualmente danificada nas operações de transporte, montagem e instalação.

A quantidade das tintas de retoque será aproximadamente igual a 5 % (cinco por cento) do total de cada tinta requerida para a pintura completa de cada unidade do equipamento.

8 . OUTROS TIPOS DE PROTEÇÃO

Dependendo da peça, serão aplicados outros tipos de proteção, tais como: metalização, zincagem a quente, cromeação, cadmiagem, etc.. Cada um destes processos será indicado, para os casos aplicáveis, nos respectivos desenhos, sendo portanto, sujeitos à aprovação da CONTRATANTE.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

PARTE 3: EQUIPAMENTOS DE LEVANTAMENTO E TRANSPORTE

1 . OBJETO E OBJETIVO

O objeto desta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA é o Projeto de Transposição de Água do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional.

A presente ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA define as exigências da CONTRATANTE para o fornecimento, incluindo-se projeto, fabricação, ensaio, embalagem, transporte e supervisão de montagem dos equipamentos de levantamento, a serem instalados nas Usinas Hidrelétricas, localizadas no Trecho III, referentes ao Projeto de Transposição de Água do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional.

Nesta Especificação não estão descritos com detalhes todos os componentes das instalações.

Certos aspectos foram deixados em aberto para que a CONTRATADA, com base em sua tecnologia e experiência, forneça equipamentos que sejam conforme os requisitos aqui especificados, garantindo que os mesmos operarão satisfatoriamente, terão uma durabilidade adequada e serão de manutenção fácil.

Os equipamentos acima discriminados deverão ser projetados conforme as limitações, localizações e dimensões impostas nos desenhos de referência, em anexo.

Caso a CONTRATADA julgue que determinadas modificações de certos aspectos definidos na especificação e/ou nos desenhos resultarão em melhoria operacional, maior confiabilidade, durabilidade, ou facilidade de manutenção, ou ainda, em benefícios econômicos, deverá apresentá-los para apreciação da CONTRATANTE, na forma de proposta alternativa.

A CONTRATADA deverá fornecer à CONTRATANTE, um conjunto completo de equipamentos com tudo o que for necessário ao perfeito funcionamento dos mesmos, para a finalidade prevista.

2 . COMPOSIÇÃO

Esta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA compõe-se de volume único com as seguintes CONDIÇÕES TÉCNICAS:

- CT.1 – Pontes Rolantes das Usinas Hidrelétricas e Complementos
- CT.2 – Pórticos Rolantes da Tomada D'água das Usinas Hidrelétricas e Complementos
- CT.3 – Talhas Elétricas e Monovias de Jusante da Casa de Força das Usinas Hidrelétricas e Complementos
- CT.3 - Fabricação e Inspeção
- CT.4 - Proteção e Pintura

3 . FONTES DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA

São disponíveis para o que for necessário as seguintes tensões, com as respectivas faixas de variação nos terminais do equipamento.

- a) 380 VCA, 60 Hz, sistema trifásico estrela aterrado, fornecido com uma variação de tensão de 342 a 418 V, para acionamento de motores.
- b) 220 VCA, 60 Hz, monofásico, fase- terra, fornecido com uma variação de tensão de mais ou menos 10%, para alimentação de aquecimento e iluminação interna e, eventualmente, tomadas.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

c) 125 VCC, não aterrado, com as seguintes faixas de variação de tensão:

- Circuitos de fechamento, controle e alarme: 90 - 140 VCC.
- Circuitos de abertura: 70 - 140 VCC.

Em casos especiais em que a CONTRATANTE aprove a utilização de tensões diferentes das padronizadas para determinados equipamentos, estas deverão ser obtidas através de transformadores auxiliares intermediários fornecidos pela CONTRATADA nas condições e capacidade adequadas, sem qualquer custo adicional para a CONTRATANTE.

4 . EXTENSÃO DO FORNECIMENTO

Este fornecimento abrange os equipamentos abaixo, discriminados de modo resumido, devendo a CONTRATADA, entretanto, fornecer uma instalação completa com projeto, fabricação, ensaio, embalagem, transporte e supervisão de montagem, com todo o material necessário ao seu bom funcionamento e cumprimento integral da finalidade prevista.

A relação a seguir não tem caráter restritivo, sendo apenas um resumo do especificado nos itens correspondentes:

Para cada Usina Hidrelétrica do Trecho III (UHE Salgado I e UHE Salgado II):

- uma ponte rolante completa, para a Casa de Força, e os seguintes complementos:
 - um caminho de rolamento, incluindo chumbadores, castanhas, placas de apoio e talas de junção;
 - quatro batentes;
 - Alimentação elétrica por meio de barramentos, incluindo suportes, chumbadores, etc.
- um pórtico rolante completo, para a Tomada d'Água das Usinas Hidrelétricas, e os seguintes complementos:
 - um caminho de rolamento, incluindo chumbadores, castanhas, placas de apoio e talas de junção;
 - quatro batentes;
 - Alimentação elétrica por meio de barramentos, incluindo suportes, chumbadores, etc.
- uma talha elétrica completa, para jusante da Casa de Força das usinas, e os seguintes complementos:
 - uma monovia;
 - quatro batentes;

Alimentação elétrica por meio de cabos elétricos, incluindo todos os suportes, chumbadores, etc.

Fazem ainda parte deste fornecimento, convenientemente referidos aos equipamentos acima citados:

- Pré-montagem na Fábrica;
- Transportes dos equipamentos à Obra;
- Supervisão do fabricante dos equipamentos para a montagem e para ensaios na Obra;
- Adicional de montagem na Obra: todos os pinos, parafusos, porcas, arruelas, anéis, juntas, etc., necessários à montagem dos equipamentos na Obra, devendo ser fornecidos com acréscimo de 10% (dez por cento)



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Pintura completa dos equipamentos na Fábrica, conforme discriminado nesta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA;
- Todos os óleos e graxas do primeiro enchimento;
- Eletrodos e demais materiais de consumo necessários para a montagem na Obra;
- Todos os retoques e ou repintura das partes danificadas durante o transporte e ou armazenamento;
- Tinta necessária para retoque na Obra, inclusive para após o serviço de montagem;
- Em caráter provisório: todos os aparelhos, materiais e equipamentos necessários à realização dos ensaios na Fábrica da CONTRATADA;
- Embalagem de proteção e embarque na Fábrica para transporte;
- Manuais de montagem, operação e manutenção;
- Armazenagem dos equipamentos na Fábrica e na Obra;
- Projeto de fabricação de todos os equipamentos e componentes mecânicos e elétricos;
- Peças sobressalentes conforme discriminado nesta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA;
- Dispositivos especiais eventualmente necessários ao transporte, montagem ou manutenção dos equipamentos;
- Todos os cabos elétricos e acessórios necessários, como eletrodutos, conexões, etc., para executar as instalações elétricas dos equipamentos a serem fornecidos pela CONTRATADA até a tomada de força.

O fornecimento deverá compreender, também, todas as eventuais ferramentas especiais e gabaritos de ajuste necessários à montagem dos equipamentos na Obra.

As especificações descritas para um equipamento ou sua parte estendem-se aos equipamentos ou partes do mesmo tipo.

Ainda, as especificações descritas de modo genérico para um equipamento estendem-se a todos os equipamentos que fazem parte desse fornecimento, se cabível.

5 . REQUISITOS BÁSICOS PARA O PROJETO E FABRICAÇÃO

O equipamento será construído segundo as normas da melhor e mais moderna técnica, com materiais novos de primeira qualidade. Todas as peças apresentarão um acabamento em relação à sua importância, colocação e destinação.

O equipamento deverá ter montagem perfeita, considerando-se os últimos progressos técnicos obtidos. Deverá ser fixado pela CONTRATADA o desempenho esperado por cada equipamento em condições normais de funcionamento industrial, manobras ou em caso de acidentes de funcionamento, condições estas que declara serem de seu conhecimento, para que a CONTRATANTE obtenha a máxima segurança de funcionamento.

Todas as tolerâncias constarão dos desenhos de projeto executivo do respectivo equipamento. Elas garantirão perfeita operação, melhor qualidade, facilidade de montagem e manutenção e mínimo desgaste dos equipamentos.

O equipamento será projetado de tal modo que a facilidade de desmontagem seja considerada para fins de manutenção preventiva ou eventuais consertos.

O acesso às partes mais delicadas ou sujeitas a desgaste deverá envolver o mínimo de desmontagens.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Todas as peças que, pelas suas dimensões, formas, ou outra razão, necessitem de recursos que facilitem o seu manuseio nas operações de transporte, montagem e desmontagem, serão providas de alças de levantamento, orifícios rosqueados para anel de levantamento, suportes etc. A CONTRATADA deverá prever os casos em que dispositivos especiais devam ser utilizados para atender as condições particulares de transporte, montagem e manutenção, incluindo-se os mesmos no fornecimento dos equipamentos correspondentes.

A desmontagem dos equipamentos elétricos e o acesso aos mesmos deverão ser feitos com o máximo de simplicidade e segurança, sem que haja necessidade de interrupção do funcionamento de equipamentos contíguos.

O emprego de componentes padronizados, tanto mecânicos como elétricos, será evidenciado pela CONTRATADA nas listas de materiais. A variedade dentro de cada tipo de componente padronizado será mínima, inclusive para componentes comerciais, o que será justificado nos memoriais de cálculo.

Tanto no projeto como na terminologia, serão aplicadas, de preferência, normas brasileiras, podendo, entretanto, os cálculos serem desenvolvidos segundo normas específicas estrangeiras, as quais serão devidamente referenciadas. Entretanto, as condições estipuladas em qualquer seção desta especificação serão prioritárias em relação à norma considerada, nos casos de discordância ou omissões.

O equipamento, parte deste, ou suas peças deverão ser dimensionados para as condições mais desfavoráveis possíveis, seja durante o seu funcionamento, montagem ou transporte, segundo critérios da norma adotada.

Os componentes elétricos utilizados deverão ser projetados, fabricados e ensaiados de acordo com as normas da ABNT aplicáveis, exceto quando especificado de outra forma em qualquer seção desta ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA. Para os itens não abrangidos por estas ou pelas normas da ABNT poderão ser adotadas as normas das seguintes associações: IEC, NEMA, DIM, ASTM, ou equivalentes, devendo a CONTRATADA indicar explicitamente as normas a serem utilizadas, para apreciação da CONTRATANTE.

O equipamento elétrico e seus suportes de fixação deverão ser projetados de forma a resistir aos esforços eletrodinâmicos devidos às correntes de curto-circuito nas condições mais desfavoráveis, bem como ao aquecimento correspondente até a entrada em funcionamento dos dispositivos de proteção.

Todos os circuitos deverão ser previstos de modo que nenhuma peça sob tensão se ache ao alcance da mão. As faces dos quadros não deverão apresentar qualquer parte condutora sob tensão. Todas as verificações dos circuitos de força e comando deverão ser permitidas somente prevendo as condições de segurança necessária que evitem qualquer risco para os operadores dos equipamentos.

Todos os dispositivos do equipamento elétrico, susceptíveis de desgaste normal ou acidental, deverão ser providos de partes removíveis que possam ser fácil e economicamente substituíveis, evitando-se, na medida do possível, a substituição completa desses dispositivos.

Para todos os componentes elétricos deverão ser consideradas todas as proteções necessárias, na determinação das características de cada componente.

Placas para os equipamentos ou suas partes, com gravação do nome da CONTRATADA, ano de fabricação e dados nominais, serão feitas de aço inoxidável ou bronze com espessura e fixação apropriadas para longa permanência. Placas com indicações para operação serão soldadas ou parafusadas, com gravações em português e, quando aplicável, serão placas indicativas do sentido de rotação. Não serão aceitas fixações de placas com adesivo.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

A pressão de contato entre as peças de cada equipamento e o concreto não será superior àquela que determine para o concreto uma tensão máxima igual a 6,5 MPa. A pressão de contato será calculada considerando-se as peças implicadas como vigas apoiadas em fundação elástica.

Nos pontos particulares, onde houver necessidade de se ultrapassar esta tensão máxima especificada, a CONTRATADA solicitará, por escrito, a autorização da CONTRATANTE.

A taxa máxima permissível de aderência de chumbadores no concreto será de 0.6 MPa.

6 . DESENHO DE REFERÊNCIA

- EN.B/III.DS.GT.0033 – página 120 do caderno de desenhos
- EN.B/III.DS.ME.0002 – página 123 do caderno de desenhos
- EN.B/III.DS.ME.0003 – página 124 do caderno de desenhos
- EN.B/III.DS.ME.0004 – página 122 do caderno de desenhos
- EN.B/III.DS.GT.0038 – página 137 do caderno de desenhos
- EN.B/III.DS.ME.0006 – página 138 do caderno de desenhos
- EN.B/III.DS.ME.0007 – página 140 do caderno de desenhos
- EN.B/III.DS.ME.0008 – página 139 do caderno de desenhos

CT.1 - PONTES ROLANTES DAS USINAS HIDRELÉTRICAS E COMPLEMENTOS

1 . OBJETIVO

Estas CONDIÇÕES TÉCNICAS fixam os requisitos técnicos mínimos para o fornecimento das pontes rolantes, a serem instaladas nas Usinas Hidrelétricas de Salgado I e Salgado II, localizadas no Trecho III, referentes ao Projeto de Transposição de Água do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional.

2 . CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTOS

2.1 Características Gerais

A Casa de Força será equipada com uma ponte rolante, que será utilizada na fase de construção e montagem da Usina Hidrelétrica para o içamento e transporte dos conjuntos montados mais pesados das turbinas e geradores, bem como auxiliará as montagens parciais desses equipamentos. Posteriormente, durante a fase de operação da Estação, será utilizada na manutenção geral dos equipamentos da Casa de Força.

Para serviços de médio porte, a ponte rolante será equipada com um guincho auxiliar.

A ponte rolante deverá deslocar-se sobre um caminho de rolamento, fixado acima das faces superiores das vigas de concreto.

O comando da ponte rolante deverá ser feito da passarela situada junto à parede lateral da Casa de Força, de montante ou de jusante, a ser definido no projeto executivo, em cota conforme definida na tabela abaixo, através de uma botoeira pendente.

A alimentação elétrica da ponte rolante se fará por meio de um barramento, constituído de quatro barras de perfis de aço, instaladas ao longo da parede de montante da Estação. O ponto de alimentação elétrica desse barramento será próximo à metade da extensão do percurso da ponte rolante.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

A CONTRATADA deverá considerar que durante a fase de operação da Usina, a ponte rolante poderá ficar inativa por longo período de tempo, não devendo isto afetar os seus mecanismos, suas características e sua disponibilidade.

2.2 Características Principais

- Tipo:com movimentos de elevação (guinchos principal e auxiliar), direção e translação.
- Velocidade de Elevação:
 - elevação principal veloc. máx. 1 m/min.
 - elevação auxiliar veloc. mín. 0,5 m/min.
..... veloc. máx.10 m/min.
 - Velocidade de direção veloc. máx.6 m/min.
..... veloc. mín. 3 m/min.
 - Velocidade de translação da ponte..... veloc. máx.20 m/min.
..... veloc. mín. 2 m/min.
- Alimentação elétrica..... 460 V, 3 f, 60 Hz
- Ambiente abrigado
- Classificação dos mecanismos Grupo 1 Am
(Elevação: estado de solicitação 2 e classe de funcionamento VI)
- Classificação da estrutura..... Grupo 2

As velocidades indicadas são referidas ao guincho atuando com a respectiva carga nominal e poderão ter uma tolerância de + ou - 5% (cinco por cento), qualquer que seja a carga.

As demais características principais das pontes estão apresentadas nas tabelas abaixo:

ESTAÇÃO	UHE Salgado I	UHE Salgado II
Capacidade nominal do gancho principal (kN)	450	450
Capacidade nominal do gancho auxiliar (kN)	50	50
Vão (m)	12,5	12,5
Comprimento do Caminho de Rolamento (m)	85	85
Nível superior do gancho principal (m)	318,6	258,9
Nível inferior do gancho principal (m)	299,3	233,6
Nível superior do gancho auxiliar (m)	318,6	258,9
Nível inferior do gancho auxiliar (m)	299	233
Curso do gancho principal (m)	19,3	25,3
Curso do gancho auxiliar (m)	19,6	25,9
Nível de referência do caminho de rolamento (m)	319,10	259,40
Distância de aproximação entre o gancho principal e o trilho de jusante (m)	0,9	0,9
Distância de aproximação entre o gancho auxiliar e o trilho de montante (m)	0,9	0,9



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

3 . REQUISITOS PARA O PROJETO E FABRICAÇÃO

3.1 Ponte Rolante

Os elementos estruturais da ponte rolante deverão ser de aço estrutural, fabricados em chapas e perfis de alma cheia, soldados, não sendo permitido o uso de treliçamento. As vigas principais da ponte serão do tipo caixão.

Os diferentes elementos da estrutura previstos para o transporte terão as junções dotadas de pinos guia ou calços de espera, que garantam a posição correta de montagem na obra. Após a montagem, as junções deverão ser consolidadas com parafusos de alta resistência, montados com ajustes apropriados e conjugado de aperto controlado e pré-fixado.

A fim de que as operações de substituição e manutenção das rodas e dos eixos sejam facilitadas, a ponte rolante deverá ser provida de sapatas para macacos.

A flecha máxima vertical na viga principal deverá ser inferior a 1/1.000 do vão, com carga nominal.

Deverão ser previstas escadas e plataformas com corrimãos para acesso aos locais necessários, a fim de tornar segura e fácil a conservação dos equipamentos.

Os trilhos deverão ter suas superfícies de rolamento com uma precisão e planicidade adequadas, de maneira que as possíveis distorções da estrutura não afetem a distribuição de cargas nas rodas e o desempenho do sistema de direção do carro.

Deverá ser prevista uma plataforma metálica, com a finalidade de proporcionar acesso para manutenção das escovas coletoras e barramento do sistema de alimentação elétrica da ponte rolante. A plataforma deverá ser fixada sob uma das vigas principais da ponte rolante.

Para a translação da ponte, pelo menos um quarto das rodas de cada trilho deverão ser motoras e não deverá ocorrer deslizamento que comprometa a perfeita movimentação do equipamento.

Para a movimentação do carro, pelo menos uma das rodas em cada trilho deverá ser motorizada.

Os mecanismos de translação e de direção deverão consistir de motores elétricos de indução, redutores, acoplamentos flexíveis para o acionamento das rodas motoras e de freios eletro-hidráulicos ou eletromagnéticos a disco, um para cada motor, tendo, cada um, conjugado de frenagem em ambos os sentidos de movimento igual a pelo menos 150% do conjugado nominal do motor.

As rodas deverão ser de aço forjado, conforme ASTM-A-504, com dupla flange, e folga em relação ao boleto do trilho de acordo com a norma NBR-8400.

Os mancais deverão ser de rolamento auto compensador de rolos.

Deverão ser previstos suportes de segurança que evitem queda superior a 15 mm no caso de quebra de eixo.

Deverão também ser previstos limpa-trilhos nas extremidades dos truques.

O para-choque deverá estar amplamente dimensionado para absorver a energia na colisão. Poderá ser de borracha, mola ou hidráulico, sendo relevante a segurança, baixa manutenção e resistência ao tempo.

O freio de comando elétrico deverá liberar o motor sempre que o mesmo estiver energizado, devendo permanecer aliviado quando a tensão de alimentação do motor for igual a 80% de sua tensão nominal.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Por outro lado, com a interrupção da alimentação do motor ou geral da ponte, o freio de comando elétrico deverá atuar imediatamente, podendo tal operação ser realizada pelo operador em caso de emergência.

Os movimentos não deverão ser bruscos para que as manobras de aproximação sejam efetuadas com a precisão exigida.

Contatos de fim de curso deverão atuar nos circuitos de comando dos motores e dos freios para produzir a parada da ponte antes que a mesma atinja os batentes situados nas extremidades do caminho de rolamento.

A elevação auxiliar poderá ser constituída por uma talha elétrica.

Os ganchos dos moitões deverão ser providos de trava de segurança, devendo girar sobre rolamento axial. O gancho da elevação principal deverá ser duplo conforme DIN 15402 e o da auxiliar, tipo simples conforme DIN 15401. As roldanas dos moitões deverão ter uma proteção que impeça o escape do cabo de aço das ranhuras.

Os freios de sustentação da carga deverão ser projetados de tal forma que provoquem a parada total do gancho no espaço de 50 mm, mesmo com a carga nominal suspensa.

O projeto da ponte deverá prever um sistema de lubrificação de fácil acesso, que possibilite inclusive a drenagem do mesmo e que utilize óleo ou graxa, em função dos elementos móveis, sendo todas as engrenagens de translação da ponte lubrificadas à óleo.

3.2 Caminho de Rolamento

Os caminhos de rolamento compreendem: trilhos, placas de apoio, castanhas de fixação, porcas, hastes roscadas, talas de junção, cordoalhas, batentes, com respectivos chumbadores e porcas, e todos os acessórios necessários à implantação dos mesmos.

Os trilhos que constituem os caminhos de rolamento deverão estar de acordo com os requisitos da norma ASTM-A1.

Deverá ser considerada no projeto a relação entre as durezas das rodas e dos trilhos, de modo a proporcionar a durabilidade dos trilhos.

Os trilhos deverão ser dimensionados para suportar as máximas cargas e transmitir as pressões ao concreto, conforme norma NBR-8475 da ABNT.

A união de dois elementos de trilhos consecutivos deverá ser feita através de talas de junção, cujo sistema de fixação deverá permitir os deslocamentos decorrentes de dilatações. As peças de fixação dos trilhos deverão ser projetadas de maneira a permitir folga longitudinal, com o objetivo de não submeter os trilhos a esforços decorrentes das diferenças de dilatação entre o concreto e o trilho. Os suportes das peças de fixação dos trilhos ou chapas de apoio dos mesmos, deverão possuir hastes roscadas para permitir um perfeito alinhamento do caminho de rolamento.

Nas regiões das juntas de dilatação do concreto, os trilhos deverão ser cortados diagonalmente em ângulos de 45°, e as emendas deverão ser projetadas de modo a permitir a livre movimentação relativa entre os blocos de concreto.

Os trilhos consecutivos do caminho de rolamento deverão ser ligados eletricamente entre si, através de cordoalhas. A ligação dos trilhos à rede de terra geral será feita pela CONTRATANTE.

3.3 Requisitos Elétricos

Todo e qualquer componente deverá ser detalhadamente especificado e terá comprovada as suas características.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Na escolha dos componentes, serão consideradas as tensões e correntes de curto-circuito conforme mencionado abaixo.

Os diversos circuitos e componentes elétricos deverão ter no mínimo as seguintes características:

- Circuito de Corrente Alternada:
 - Classe de isolamento 600V
 - Freqüência nominal 60Hz
 - Tensão aplicada (60 Hz - 1 mm)..... 2,5kV ef
- Circuito de Corrente Contínua:
 - Classe de isolamento 250 V
 - Tensão aplicada (60 Hz - 1 mm)..... 1,5 kV ef

Os contadores e disjuntores deverão ter seus contatos dimensionados de forma que, em serviço normal, sejam percorridos por uma corrente inferior a 90% (noventa por cento) da corrente nominal e serem facilmente substituíveis. Seu funcionamento, bem como dos relés auxiliares, deverá ser garantido para uma tensão de alimentação que poderá variar em + ou - 10% da tensão nominal em C.A. e + 10% a - 20% da tensão nominal quando em corrente contínua.

Os contatos dos relés auxiliares e contadores serão dimensionados para a corrente nominal mínima de 10 A.

3.3.1 Alimentação Elétrica

a) Alimentação da Ponte

A alimentação elétrica será feita em 380 V, 60 Hz, trifásico, por meio de barramentos de perfis de aço, constituído de 4 (quatro) condutores, sendo um deles utilizado com a finalidade de aterramento.

A queda de tensão máxima admissível no barramento deverá ser de 3% (três por cento).

A tomada de força estará localizada próximo à metade da extensão do caminho de rolamento, lado de montante, e o nível máximo admissível da corrente de curto circuito no ponto de alimentação será de 5 kA.

A CONTRATADA fornecerá todos os equipamentos necessários à alimentação e controle dos acionamentos, tais como, cabos, suportes, isoladores, tomada de força, proteções e ainda os conectores para ligação dos cabos alimentadores da CONTRATANTE com os barramentos e todos os acessórios necessários à instalação.

O projeto deverá considerar todas as facilidades para permitir o correto posicionamento, alinhamento e montagem do sistema de alimentação, não devendo ser prevista qualquer solda por ocasião da montagem na obra.

b) Alimentação do Carro

O sistema de alimentação elétrica do carro deverá ser constituído de cabos múltiplos flexíveis, com isolamento em EPR com capa externa de neoprene, com terminais permanentes na ponte e no carro.

Os cabos deverão ficar suspensos e apoiados em carro suporte provido de roletes em mancais de rolamento selados.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

3.3.2 Botoeira Pendente

O comando da talha deverá ser feito da, em cota conforme definida na tabela abaixo, através de uma botoeira pendente.

Todos os movimentos da ponte, do carro e de elevação serão comandados através de botoeira, que será ligada por um cabo elétrico múltiplo e flexível. A botoeira será pendente e sua posição será tal que permita à mesma ser operada da passarela (ver elevação na tabela do item 2.2), situada junto à parede de jusante da Casa de Força.

A botoeira conterá no mínimo o seguinte:

- um botão “liga” para o contator geral;
- um botão “desliga” para o contator geral;
- uma lâmpada de sinalização vermelha indicando que o contator geral está energizado;
- dois botões para o acionamento da ponte, sendo um para cada sentido de rotação do respectivo motor;
- dois botões para o acionamento do guincho principal, sendo um para cada sentido de elevação;
- dois botões para o acionamento do carro, sendo um para cada sentido de rotação do respectivo motor;
- dois botões para o acionamento da talha, sendo um para cada sentido de elevação, com duplo estágio correspondente às velocidades normal e reduzida;

A botoeira será prevista para instalação abrigada, com chave para intertravamento da mesma quando não estiver sendo operada.

Deverá ser previsto o intertravamento elétrico, que somente permitirá o fechamento do contator geral quando todos os dispositivos de acionamento dos movimentos estiverem na posição “desligado”.

Para os botões de comando, a corrente nominal de “uso” mínima deverá ser de 10 A, e os mesmos não deverão ficar em posição intermediária.

Deverá ser utilizado o seguinte código de cores: botão liga: verde; lâmpada “ligado”: vermelho; botão desliga: vermelho; lâmpada “desligado”: verde.

3.3.3 Quadro Elétrico

Deverá ser fornecido um quadro elétrico de comando, o qual deverá estar localizado na posição que melhor se adapte às condições de projeto.

No quadro elétrico serão instalados:

- disjuntor tripolar principal seco, com acionamento manual, tensão nominal de 500 V, provido de elementos termomagnéticos nas três fases para proteção contra sobrecarga (compensados contra variações de temperatura ambiente) e contra curto-circuito. A capacidade de ruptura simétrica (mínima) será de 10 kA;
- contator tripolar principal para tensão nominal de 380 V, com contatos auxiliares NA-NF para sinalização e indicação da posição do contator, através de lâmpadas sinalizadoras na mesa de comando;
- relé de mínima tensão, falta de tensão e inversão de fase, para comandar a abertura do contator tripolar principal, protegido por bases fusíveis diazed;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- transformador monofásico de 380/110 V - 60 Hz, para os circuitos de comando, proteção e sinalização, protegido por bases fusíveis do tipo diazed no primário e secundário (lado não aterrado);
- chave fusível tripolar 380 V para cada um dos circuitos de alimentação dos motores. Os fusíveis deverão ser do tipo NH ou similar;
- duas chaves magnéticas tripolares de 380 V para cada motor (ou movimento), sendo uma para cada sentido de rotação do motor, constituídas de contator tripolar e relés térmicos (bimetálicos) ajustáveis para proteção contra sobrecarga (compensados contra variações de temperatura ambiente) nas três fases, com sistema de rearme manual. Estas chaves deverão ser providas de intertravamento mecânico e elétrico, de modo que uma chave não possa ser energizada estando a outra ligada;
- bases fusíveis do tipo diazed para proteção de cada um dos circuitos de controle dos respectivos movimentos;
- chaves magnéticas, contatores, relés auxiliares temporizados, resistências, resistores, lâmpadas de sinalização e, de maneira geral, equipamento necessário ao comando e controle de cada motor. A CONTRATADA deverá definir os tipos e características dos contatores e relés auxiliares, os quais estão sujeitos à aprovação da CONTRATANTE;

O sistema de desumidificação será alimentado em 220 V, 60 Hz, monofásico.

Os quadros serão feitos de perfilados e chapas de aço, pintados e tratados contra corrosão. A espessura mínima das chapas de aço deverá ser de 2 mm.

Os quadros, na parte frontal, deverão ter uma porta para proteção e fácil acesso aos equipamentos de controle neles instalados. As portas, assim como todas as chapas laterais removíveis, deverão ter juntas de borracha sintética para perfeita vedação do quadro. As portas deverão possuir maçanetas e fechaduras do tipo "Yale".

A CONTRATADA deverá fornecer e instalar toda a fiação interna entre os aparelhos e entre os aparelhos e régua terminais dos quadros. Serão fornecidos todos os fios, cabos e acessórios de fiação, incluindo conectores, blocos de conexões e seus suportes.

A instalação elétrica deverá ser executada de acordo com as mais modernas normas e práticas de fiação.

Os cabos ou fios deverão ser criteriosamente arranjados.

Nenhuma emenda nos cabos será permitida na parte que se estende das régua terminais aos terminais dos equipamentos.

A fiação deverá ser feita com cabos de cobre flexíveis e de diâmetros adequados às correntes a serem transportadas, porém não menores que 2,50 mm², exceto nos casos de circuitos de transformadores e corrente, quando não deverão ser menores que 3,31 mm². O isolamento dos cabos deverá ser para 600 V, resistente ao óleo e externamente coberto com material tipo chama não propagante. Para facilidade de manutenção, os circuitos deverão ser codificados por cores ou identificados em todos os terminais exatamente de acordo com os diagramas aprovados. O circuito deverá ser projetado de tal modo que não haja mais que dois cabos em qualquer terminal das régua ou dos aparelhos.

Todas as conexões deverão ser feitas com terminais de pressão do tipo que permita fixá-los aos bornes terminais dos instrumentos e das régua terminais por meio de parafusos, devendo ser do tipo parafuso passante quando sujeitos a vibrações excessivas. Os bornes terminais deverão ser do tipo moldado, com barreiras entre bornes contíguos. Não será permitido o uso de régua terminais em que o parafuso de fixação do terminal entre em contato direto com os fios ou os prendam através de pressão por molas. Deverão ser de boa qualidade, resistentes a impactos e



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

garantir boa fixação dos terminais, ainda que sujeitos a vibrações. Deverão ter marcação visível em cada borne, de acordo com esquemas funcionais e topográficos fornecidos.

As conexões nas réguas terminais deverão ser agrupadas, tendo em vista o arranjo e o destino dos cabos de controle externos.

As réguas terminais deverão ser fornecidas, com uma reserva de aproximadamente 10% de cada tipo de borne utilizado.

Fusíveis ou disjuntores apropriados deverão ser fornecidos para a correta proteção dos equipamentos e fácil seleção dos circuitos com defeitos.

Os cabos deverão entrar por baixo do quadro. As réguas terminais, para ligação dos cabos externos, deverão ser montadas em posição razoavelmente próxima da base e que facilitem a entrada, instalação e arranjo dos cabos.

A fiação deverá ser facilmente acessível para manutenção.

Deverá ser fornecida a fiação completa, incluindo réguas terminais separadas para alimentação.

Todos os quadros deverão ser providos de resistências de aquecimento e termostatos para desumidificação e deverão ter em sua parte interna um esquema das ligações correspondentes.

Todos os quadros deverão receber as seguintes identificações:

- identificação do próprio quadro e acessórios da vista frontal, através de plaquetas;
- identificação de todos os equipamentos internos, conforme a simbologia utilizada nos documentos de projeto, através de plaquetas;
- identificação da fiação interna;
- identificação das réguas e bornes terminais.

3.3.4 Cabos Elétricos Externos aos Quadros

Estes cabos deverão ser de classe de isolamento 600 V, isolados com etileno propileno reticulado com capa externa de neoprene.

3.3.5 Motores

Os motores elétricos deverão corresponder às normas brasileiras NBR 7094, NBR 5383 e EB 620 da ABNT. Serão do tipo de indução, trifásico, e deverão ser previstos para partida sob tensão plena com corrente não superior a seis vezes a sua corrente nominal no caso de motor com rotor em curto-circuito (gaiola).

Os motores da elevação e translação serão previstos para um regime de trabalho de 150 partidas por hora, com fator de duração do ciclo de 40%. A isolamento será no mínimo classe 8. O conjugado máximo deverá ser de 250% do conjugado nominal. A tensão nominal será de 460 V.

Os motores poderão partir sob tensão de 0,90 Vn e deverão fornecer o torque necessário sob a tensão de 0,90 Vn (onde Vn = tensão nominal).

Os motores deverão ser auto-ventilados, protegidos contra poeira fina e respingos, IP-54.

Os motores deverão ser entregues equipados com os seguintes acessórios para cada um:

- uma caixa de terminais estanque, para ligação dos cabos, a seco;
- dois mancais de rolamentos de esferas ou de rolos com dispositivos para abastecimento de óleo ou graxa durante o serviço, se necessário;
- suporte em forma de anel para levantamento, pelo menos para os motores acima de 50 Kg de peso;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- uma placa de identificação, contendo também o esquema de ligações;
- resistência de aquecimento para evitar a condensação de umidade ou então um sistema de alimentação do próprio enrolamento por meio de transformador auxiliar incluído no fornecimento, desde que o período de garantia dos motores seja acrescido de seis meses além do previsto no CONTRATO. O sistema de aquecimento poderá ser dispensado para os motores de indução tipo gaiola, de potência igual ou inferior a 2,2 kW.

3.3.6 Sistema de Desumidificação do Quadro e Motores

Para o sistema de desumidificação do quadro e motores deverá ser utilizada a tensão 220 V, 60 Hz, monofásico.

Os circuitos individuais de desumidificação de cada motor e quadro deverão ser protegidos por bases fusíveis diazed.

O sistema de desumidificação será desligado ao se ligar o contator geral.

O circuito de desumidificação do quadro será provido de termostato regulável.

4 . FABRICAÇÃO E INSPEÇÃO

4.1 Generalidades

Nenhuma inspeção ou ensaio deverá ser efetuado sem que os desenhos e listas de materiais tenham sido devidamente aprovados pela CONTRATANTE.

Para as exigências básicas de fabricação e inspeção, consultar a “CT.3 - Fabricação e Inspeção”, apresentada neste Volume.

4.2 Ensaios na Fábrica

Todos os equipamentos estarão sujeitos a inspeção durante a fabricação e testes finais na Fábrica da CONTRATADA, pelos inspetores da CONTRATANTE, não eximindo em nenhuma hipótese a CONTRATADA de quaisquer obrigações e responsabilidades contratuais.

Os equipamentos serão liberados para transporte somente após o parecer favorável da CONTRATANTE.

O custo decorrente das inspeções referentes a este item será suportado pela CONTRATADA.

De modo geral, os equipamentos ou suas partes serão pré-montados ou montados em condições de serviço, com as uniões e emparelhamento reais, na Fábrica da CONTRATADA.

Marcas de emparelhamento serão convenientemente executadas de modo legível, por meio de pintura e punção, a fim de assegurar um acoplamento correto, quando da montagem na Obra da CONTRATANTE. Montagens especiais serão feitas com auxílio de pinos de guia.

Cada conjunto pré-montado ou montado na Fábrica será inspecionado pela CONTRATANTE, conforme indicado a seguir.

As principais dimensões de pré-montagem, como diagonais dos quadros formados pelas vigas, deverão constar do manual de montagem.

As inspeções e ensaios serão os seguintes:

a) Ponte Rolante

A ponte rolante e o carro serão ensaiados na Fábrica da CONTRATADA, onde serão verificadas, no mínimo, as seguintes características:

- dimensionais;
- ajustes de montagem;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- acabamento superficial;
- operacionais: serão verificados os funcionamentos dos componentes e conjunto em vazio, quando as velocidades deverão obedecer às características e limites impostos nestas CONDIÇÕES TÉCNICAS. Não serão admitidos superaquecimentos de elementos mecânicos e elétricos, ruído, vibrações excessivas e vazamentos;
- eficiência do sistema de lubrificação;
- ensaios dielétricos nas fiações, conforme estas CONDIÇÕES TÉCNICAS e normas aplicáveis.

b) Motores Elétricos

Os motores elétricos deverão ser submetidos aos testes considerados de rotina, conforme NBR-5383 (e NBR-7094) da ABNT, relacionados a seguir:

- ensaio da resistência elétrica, a frio;
- ensaio de corrente e potência absorvidas em vazio;
- ensaio de rotor bloqueado;
- ensaio de tensão suportável.

c) Quadro Elétrico

Serão feitas, no mínimo, as seguintes verificações:

- inspeção visual, dimensional e verificação do equipamento com relação aos desenhos aprovados;
- teste de tensão aplicada, conforme esta especificação e normas aplicáveis;
- teste de continuidade e de funcionamento;
- montagem;
- acabamento superficial.

d) Demais componentes elétricos:

Visuais, ensaios dielétricos, isolamento, etc.

e) Pintura

Serão verificadas a espessura e a aderência da película de tinta seca de todos os componentes.

5 . ENSAIOS DE FUNCIONAMENTO

5.1 Generalidades

Os Ensaio e Inspeções na Obra, a serem executados pela CONTRATANTE, não eximem, em nenhuma hipótese, a CONTRATADA de quaisquer das suas obrigações e responsabilidades contratuais.

Todos os Ensaio e Inspeções na Obra serão executados pela CONTRATANTE, com supervisão da CONTRATADA.

Após os ensaios na Obra serão elaborados os respectivos relatórios, os quais apresentarão todos os valores obtidos nos correspondentes ensaios, ficando sujeitos à análise da CONTRATANTE.

Os ensaios descritos para um equipamento ou sua parte estendem-se aos equipamentos ou partes do mesmo tipo.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

De modo geral, os aparelhos, dispositivos e cargas de ensaio, utilizados durante os Ensaios e Inspeções, serão fornecidos pela CONTRATANTE.

A indicação dos Ensaios e Inspeções definidos nos subitens 5.2 e 5.3 destas CONDIÇÕES TÉCNICAS é orientativa, podendo a CONTRATANTE solicitar uma extensão ou outros tipos de Ensaios ou Inspeções, além dos indicados, caso julgar necessário para verificação da qualidade ou desempenho do equipamento, desde que tais ensaios não afetem as suas características principais.

Após a efetivação de todos os Ensaios e Inspeções pela CONTRATANTE com a supervisão da CONTRATADA, e sanadas todas as deficiências ou irregularidades eventualmente levantadas durante essa fase de trabalho, serão feitas novas inspeções para constatar que todas as correções foram executadas e eliminadas todas as deficiências ou irregularidades observadas.

5.2 Ensaios Iniciais na Obra

Quando da realização dos Ensaios e Inspeções Iniciais na Obra, serão obedecidas todas as condições do subitem 5.1 destas CONDIÇÕES TÉCNICAS.

Todos os equipamentos, após definitivamente montados na Obra, serão submetidos a ensaios de funcionamento em vazio e com cargas especificadas por norma técnica aplicável.

Serão verificadas todas as características de funcionamento, exigidas nestas CONDIÇÕES TÉCNICAS e fornecidas pela CONTRATADA nos memoriais de cálculo, desenhos, manuais de operação e catálogos do equipamento ou de seus componentes.

Será verificado se todos os componentes mecânicos ou elétricos do equipamento trabalham sob condições normais de operação, definidas naqueles documentos ou em normas técnicas aplicáveis. Em particular, serão verificadas as velocidades de cada movimento, as aproximações dos ganchos, o funcionamento dos motores, freios e fins de curso, as flechas das vigas, etc.

Será verificado o perfeito funcionamento de todos os dispositivos de comando, proteção, sinalização e automatismo.

Após os ensaios acima e desde que não se constate nenhum defeito nos equipamentos, bem como não exista nenhum problema contratual pendente, será elaborado um relatório contendo todos os valores obtidos durante os Ensaios e Inspeções, que corresponderá ao "Recebimento Inicial do Equipamento".

Se até o término do Período de Garantia ocorrerem funcionamento deficiente, variações, ou desgastes inadmissíveis, a CONTRATADA será responsável pelas correções.

5.3 Ensaios Finais na Obra

No fim do Período de Garantia, a CONTRATANTE terá o direito de realizar os Ensaios e Inspeções definidos nestas CONDIÇÕES TÉCNICAS, aplicáveis, ou outros que julgar necessários, podendo, inclusive, quando o tipo de ensaio o exigir, desmontar parte do equipamento para verificações necessárias.

Se os resultados dos ensaios forem favoráveis em todos os pontos e demonstrarem que o equipamento corresponde às condições de funcionamento especificadas, será elaborado para cada conjunto um relatório contendo os valores obtidos que corresponderá ao "Recebimento Final do Equipamento".

Sendo constatados desgastes excessivos, alterações nas características de operação, divergências inaceitáveis em relação aos ensaios anteriores, ou em relação a estas CONDIÇÕES TÉCNICAS, a CONTRATADA fará as verificações de projeto para determinar as causas das irregularidades, bem como as devidas modificações e/ou correções no equipamento, suportando todos os custos decorrentes, desde que as irregularidades não sejam devidas ao uso incorreto do equipamento.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Se o equipamento não desempenhar as funções previstas nestas CONDIÇÕES TÉCNICAS e sendo impossível efetuar as correções necessárias, o mesmo será refugado.

6 . PROTEÇÃO E PINTURA

A ponte rolante, suportes da alimentação e os batentes dos pára-choques deverão ser pintados.

A pintura anticorrosiva será efetuada segundo a especificação apresentada na “CT-4 - Proteção e Pintura”, incluída neste Volume, de acordo com os respectivos esquemas de pintura, e considerando os padrões de cores abaixo relacionados:

COMPONENTE	COR
Carro	laranja
Ponte	amarelo
motores elétricos	cinza claro
quadros elétricos	cinza claro
Moitão	amarelo e preta – zebrado

7 . PROJETO EXECUTIVO

Entre os documentos de projeto, deverão ser fornecidos no mínimo os seguintes:

7.1 Documentos Mecânicos

- conjunto e detalhes da ponte
- conjunto e detalhes da estrutura
- conjunto e detalhes do mecanismo de translação da ponte
- conjunto e detalhes do mecanismo de direção
- conjunto e detalhes dos mecanismos de elevação
- conjunto do moitão e gancho
- conjunto e detalhes da alimentação da ponte
- conjunto e detalhes da alimentação do carro
- conjunto e detalhes do passadiço, escadas e plataformas
- conjunto e detalhes da cabina
- conjunto e detalhes do caminho de rolamento e batentes
- esquema de pintura
- catálogo técnico dos itens padronizados
- programa de inspeção
- desenhos de transporte
- manuais de montagem, operação e manutenção

Os documentos acima devem ser fornecidos juntamente com as respectivas listas de materiais e memoriais de cálculo, se aplicáveis.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

7.2 Documentos Elétricos

- diagramas funcionais, unifilares e trifilares
- planta e vista do quadro, e caixa de bornes de alimentação, com indicação de dispositivos frontais, dimensões, detalhes de fixação, ponto de aterramento, pesos e detalhes da entrada de cabos e esquema de pintura
- desenhos das réguas de bornes do quadro, e caixa de bornes com as respectivas interligações externas ao quadro
- diagrama topográfico do quadro e caixa de bornes
- diagrama de cablagem geral de interligação dos equipamentos incluídos no fornecimento (fiação externa)
- catálogos de todos os dispositivos utilizados
- lista de materiais do quadro elétrico e caixa de bornes
- lista de materiais externos ao quadro
- desenho das plaquetas de identificação com dimensões e dizeres

8 . PEÇAS SOBRESSALENTES

As peças sobressalentes a seguir discriminadas deverão fazer parte integrante do fornecimento e deverão ser entregues juntamente com a entrega dos equipamentos.

Todas as peças sobressalentes serão intercambiáveis com todas as peças que substituirão, e serão fabricadas considerando que o emprego de materiais, processos de fabricação, ensaios e inspeções serão iguais aos estabelecidos na fabricação das peças originais:

- 100% (cem por cento) dos retentores de óleo ou graxa;
- dois jogos de pastilhas e lonas para cada freio;
- uma bobina para cada freio eletromagnético;
- um jogo de contatos para fim de curso;
- um jogo de contatos para cada tipo de contator (ver obs. 1);
- uma bobina para cada tipo de contator (ver obs. 1);
- um relé auxiliar de cada tipo, temporizado ou não;
- um relé térmico de cada tipo;
- um jogo de lâmpadas de sinalização;
- 100% (cem por cento) dos fusíveis utilizados;
- um rolamento de cada tipo (excluir rolamento axial do gancho).

Obs. 1: Não existindo contatos e/ou bobina de reposição, 1(um) contator completo de cada tipo.

9 . DADOS A SEREM FORNECIDOS COM A PROPOSTA

A CONTRATADA deverá fornecer uma descrição técnica detalhada de todo o equipamento, de seus componentes e dos principais materiais utilizados.

A CONTRATADA fornecerá entre outros os seguintes dados técnicos:

- capacidade nominal;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- altura de elevação do gancho;
- velocidades de elevação, direção e translação;
- velocidades reduzidas;
- cota superior do gancho;
- cota inferior do gancho;
- trem tipo (carga nas rodas e distribuição e diâmetro das mesmas);
- tipo do trilho;
- dados do cabo de aço;
- massa do carro;
- massa da ponte rolante completa, com carro;
- massa do caminho de rolamento;
- especificação do barramento para alimentação elétrica;
- potência dos motores;
- esquema de proteção e pintura;
- tipo de pára-choque e material;
- fabricante dos componentes principais (motores, fim de curso, quadro elétrico, componentes dos quadros elétricos, etc.);
- desenho de implantação;
- diagrama elétrico unifilar;
- catálogos técnicos;
- relação de peças sobressalentes.

CT.2 - PÓRTICOS ROLANTES DAS TOMADAS D'ÁGUA DAS USINAS HIDRELÉTRICAS

1 . OBJETIVO

Esta CONDIÇÕES TÉCNICAS fixam os requisitos técnicos mínimos para o fornecimento dos pórticos rolantes a serem instalados nas Tomadas D'água das Usinas Hidrelétricas Salgado I e Salgado II, localizadas no Trecho III, referentes ao Projeto de Transposição de Água do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional.

2 . CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTOS

2.1 Características Gerais

A Tomada D'Água de cada Usina Hidrelétrica será equipada com um pórtico rolante, que se deslocará sobre as ranhuras de operação da comporta ensecadeira e das grades com o objetivo de movimentar esses equipamentos nos serviços de operação e manutenção.

O pórtico rolante será constituído de 4(quatro) pernas interligadas duas a duas, formando um conjunto rígido que suportará um carro suspenso equipado com uma talha elétrica.

O pórtico rolante deslocar-se-á sobre um caminho de rolamento, em local descoberto, no coroamento da Tomada D'água.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

O comando da talha será feito através de botoeira. A botoeira será instalada junto a uma das pernas do pórtico, sobre uma plataforma de operação, instalada em local que propicie visão e facilidade de operação.

A alimentação elétrica do pórtico será feita através de barramentos, instalado ao longo do parapeito de jusante da Tomada D'Água. A tomada de força será instalada em uma das extremidades do caminho de rolamento.

A CONTRATADA deverá considerar que durante a fase operação da Tomada D'Água, o pórtico rolante poderá ficar inativo por longo período de tempo, não devendo isto afetar os seus mecanismos, suas características e disponibilidade.

2.2 Características Principais

- Tipo: com movimentos de elevação (talha elétrica), direção (trole elétrico) e translação.
- Velocidade de elevaçãomin. 1,25 m/min.
.....máx. 12,5 m/min.
- Velocidade de direção da talha.....min. 1,6 e m/min.
.....máx 16 m/min.
- Velocidade de translação do pórticomin. 2 m/min.
.....máx. 20 n/min.
- Alimentação elétrica (tomada numa das extremidades)..... 380 V, 3f, 60 Hz
- Classificação dos mecanismos Grupo 1 Am
(Elevação: estado de solicitação 2 e classe de funcionamento VI)
- Classificação da estrutura..... Grupo 2
- Ambiente Externo

As velocidades indicadas são referidas ao guincho atuando com a respectiva carga nominal e poderão ter uma tolerância de + ou - 5% (cinco por cento), qualquer que seja a carga.

As demais características principais dos pórticos estão apresentadas nas tabelas abaixo:

USINA	SALGADO I	SALGADO II
Capacidade nominal do gancho (kN)	100	75
Vão (m)	7,3	7,3
Comprimento do Caminho de Rolamento (m)	15	15
Nível superior do gancho (m)	391,1	320,3
Curso do gancho (m)	21,5	21
Nível de referência do caminho de rolamento (m)	383,95	312,3
Distância mínima da viga em balanço, entre o gancho e o trilho de montante (m)	2	2
Distância mínima de afastamento entre o gancho e o trilho de jusante (m)	1	1



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

3 . REQUISITOS PARA O PROJETO E FABRICAÇÃO

3.1 Pórtico Rolante

Os elementos estruturais do pórtico rolante deverão ser de aço estrutural, fabricados em chapas e perfis de alma cheia, soldados, não sendo permitido o uso de treliçamento. As vigas principais e as pernas do pórtico serão em viga do tipo caixão.

Os diferentes elementos da estrutura previstos para o transporte terão as junções dotadas de pinos guia ou calços de espera, que garantam a posição correta de montagem na obra. Após a montagem, as junções deverão ser consolidadas com parafusos de alta resistência, montados com ajustes apropriados e conjugado de aperto controlado e pré-fixado.

A fim de que as operações de substituição e manutenção das rodas e dos eixos sejam facilitadas, o pórtico rolante deverá ser provido de sapatas para macacos.

A flecha máxima vertical na viga principal deverá ser inferior a 1/1.000 do vão, com carga nominal.

Todos os mecanismos e dispositivos deverão possuir coberturas metálicas para proteção contra intempéries.

Deverão ser previstas escadas e plataformas com corrimãos para acesso aos locais necessários, a fim de tornar segura e fácil a conservação dos equipamentos.

Os trilhos deverão ter suas superfícies de rolamento com uma precisão e planicidade adequadas, de maneira que as possíveis distorções da estrutura não afetem a distribuição de cargas nas rodas e o desempenho do sistema de elevação.

Para a translação do pórtico, pelo menos um quarto das rodas de cada trilho deverão ser motoras, e não deverá ocorrer deslizamento que comprometa o funcionamento sob condição de vento de serviço e trilho molhado.

O mecanismo de translação deverá consistir de motores elétricos de indução, redutor, acoplamentos flexíveis para o acionamento das rodas motoras e de freios eletro-hidráulicos ou eletromagnéticos a disco, um para cada motor, tendo cada um, conjugado de frenagem em ambos os sentidos de movimento igual a pelo menos 150% do conjugado nominal do motor.

As rodas deverão ser de aço forjado, conforme ASTM-A-504, com duplo flange, e folga em relação ao boleto do trilho de acordo com a norma NBR-8400. Os mancais deverão ser de rolamento auto compensador de rolos. Deverão ser previstos suportes de segurança que evitem queda superior a 15 mm no caso de quebra de eixo. Deverão também ser previstos limpa-trilhos nas extremidades dos truques.

O pará-choque deverá estar amplamente dimensionado para absorver a energia na colisão. Poderá ser de borracha, mola ou hidráulico, sendo relevante a segurança, baixa manutenção e resistência ao tempo.

O freio de comando elétrico deverá liberar o motor sempre que o mesmo estiver energizado, devendo permanecer aliviado quando a tensão de alimentação do motor for igual a 80% de sua tensão nominal.

Por outro lado, com a interrupção da alimentação do motor do pórtico, o freio de comando elétrico deverá atuar imediatamente, podendo tal operação ser realizada pelo operador em caso de emergência.

Será previsto um sistema de bloqueio manual do tipo “garras” para estacionamento do pórtico quando fora de operação. Quando este sistema de bloqueio for acionado, o sistema elétrico de translação será desligado por meio de intertravamento elétrico.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Os movimentos não deverão ser bruscos para que as manobras de aproximação sejam efetuadas com a precisão exigida.

Contatos de fim de curso deverão atuar nos circuitos de comando dos motores e dos freios para produzir a parada do pórtico antes que o mesmo atinja os batentes situados nas extremidades do caminho de rolamento. Contatos de descarrilhamento deverão atuar nos comandos das chaves magnéticas dos motores de translação do pórtico.

Para a movimentação do trole, pelo menos uma das rodas em cada pista de rolamento deverá ser motorizada.

O guincho de elevação será constituído por uma talha elétrica, roldanas e moitão com gancho.

No projeto do moitão, tambor e guia de cabo de aço, deverá ser considerado que na operação de subida e descida de comportas e grades, o gancho não deverá ter deslocamento horizontal em relação à linha de centro de suspensão. No entanto, o bloco de roldanas estará livre para movimentos oscilatórios.

O moitão e o cabo de aço deverão ser projetados para serviço submerso e terão folga suficiente em relação às ranhuras.

O gancho do moitão deverá ser provido de trava de segurança, devendo girar sobre rolamento axial, e suas dimensões serão compatíveis com os pinos das vigas pescadoras. O gancho deverá ser de aço forjado e executado conforme a norma DIN-15401.

As roldanas do moitão deverão ter uma proteção que impeça o escape do cabo de aço das ranhuras.

Serão previstos na talha indicadores de posição, no qual serão colocados os contatos de fim de curso de segurança superior e inferior. Esses indicadores, colocados em local de boa visibilidade e segurança, permitirá ao operador verificar a localização das grades e da comporta ensecadeira. Os contatos de fins de curso superior e inferior desligarão o comando das chaves magnéticas correspondentes aos movimentos de elevação e de descida do gancho da talha.

O freio de sustentação da carga deverá ser projetado de tal forma que provoquem a parada total do gancho no espaço de 50 mm, mesmo com a carga nominal suspensa.

Os movimentos de elevação, direção e translação deverão ser intertravados eletricamente. A elevação deverá ter dispositivo de excesso de carga e cabo frouxo.

O projeto do pórtico deverá prever um sistema de lubrificação de fácil acesso, que possibilite inclusive a drenagem e que utilize óleo ou graxa, em função dos elementos móveis, sendo todas as engrenagens de translação de pórtico lubrificadas à óleo. Não serão permitido pingos ou vazamentos.

O pórtico deverá ter estabilidade, em condições de operação e sob vento máximo fora de serviço, de acordo com o especificado pela norma NBR-8400.

3.2 Caminhos de Rolamento

Os caminhos de rolamento compreendem: trilhos, placas de apoio, castanhas de fixação, porcas, hastes roscadas, talas de junção, cordoalhas, batentes, com respectivos chumbadores e porcas, e todos os acessórios necessários à implantação dos mesmos.

Os trilhos que constituem o caminho de rolamento deverão estar de acordo com os requisitos da norma ASTM-A1.

Deverá ser considerada no projeto a relação entre as durezas das rodas e dos trilhos, de modo a proporcionar um aumento na durabilidade dos trilhos.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Os trilhos deverão ser dimensionados para suportar as máximas cargas e transmitir as pressões ao concreto, conforme norma NBR-8475 da ABNT.

A união de dois elementos de trilhos consecutivos deverá ser feita através de talas de junção, cujo sistema de fixação deverá permitir os deslocamentos decorrentes de dilatações. As peças de fixação dos trilhos deverão ser projetadas de maneira a permitir folga longitudinal, com o objetivo de não submeter os trilhos a esforços decorrentes das diferenças de dilatação entre o concreto e o trilho. Os suportes das peças de fixação dos trilhos ou chapas de apoio dos mesmos, deverão possuir hastes roscadas para permitir um perfeito alinhamento do caminho de rolamento.

Os trilhos consecutivos do caminho de rolamento deverão ser ligados eletricamente entre si, através de cordoalhas. A ligação dos trilhos à rede de terra geral será feita pela CONTRATANTE.

3.3 Requisitos Elétricos

Todo e qualquer componente deverá ser detalhadamente especificado e terá comprovada as suas características.

Na escolha dos componentes, serão consideradas as tensões e correntes de curto-circuito conforme mencionado abaixo.

Os diversos circuitos e componentes elétricos deverão ter no mínimo as seguintes características:

- Circuito de Corrente Alternada:
 - Classe de isolamento 600 V
 - Freqüência nominal 60 Hz
 - Tensão aplicada (60 Hz - 1 mm)..... 2,5 kV ef
- Circuito de Corrente Continua:
 - Classe de isolamento 250 V
 - Tensão aplicada (60 Hz - 1 mm)..... 1,5 kV ef

Os contatares e disjuntores deverão ter seus contatos dimensionados de forma que, em serviço normal, sejam percorridos por uma corrente inferior a 90% (noventa por cento) da corrente nominal e serem facilmente substituíveis. Seu funcionamento, bem como dos relés auxiliares, deverá ser garantido para uma tensão de alimentação que poderá variar em + 10% da tensão nominal em C.A. e + 10% a - 20% da tensão nominal quando em corrente contínua.

Os contatos dos relés auxiliares e contadores serão dimensionados para a corrente nominal mínima de 10 A.

3.3.1 Alimentação Elétrica

a) Alimentação Elétrica do Pórtico Rolante

A alimentação elétrica será feita em 380 VCA, 60 Hz, trifásico, por meio de barramento de cobre blindado, convenientemente protegido contra poeira, chuva, contato acidental etc., constituído de 04 (quatro) condutores, sendo um deles utilizado com a finalidade de aterramento.

A queda de tensão máxima admissível no barramento, deverá ser de 3% (três por cento).

A tomada de força estará localizada em uma das extremidades do caminho de rolamento e o nível máximo admissível da corrente de curto-circuito no ponto de alimentação serão de 5 kA.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

A CONTRATADA fornecerá todos os equipamentos necessários à alimentação e controle dos acionamentos, tais como, cabos, suportes, isoladores, tomada de força, proteções e ainda os conectores para ligação dos cabos alimentadores da CONTRATANTE com os barramentos, e todos os acessórios necessários a instalação.

O projeto deverá considerar todas as facilidades para permitir o correto posicionamento, alinhamento e montagem.

b) Alimentação do Carro

O sistema de alimentação elétrica do carro deverá ser constituído de cabos múltiplos flexíveis, com isolamento em EPR com capa externa de neoprene, com terminais permanentes na ponte e no carro.

Os cabos deverão ficar suspensos e apoiados em carro suporte provido de roletes em mancais de rolamento selados.

3.3.2 Botoeira

A talha, o respectivo trole e o pórtico serão comandados através de botoeira, que será ligada por um cabo elétrico múltiplo e flexível. A botoeira será instalada junto a uma das pernas do pórtico a uma altura de aproximadamente 1,0 m acima da plataforma do piso de operação.

A botoeira conterá no mínimo o seguinte:

- um botão “liga” para o contator geral;
- um botão “desliga” para o contator geral;
- uma lâmpada de sinalização vermelha indicando que o contator geral está energizado;
- dois botões para o acionamento do pórtico, sendo um para cada sentido de rotação do respectivo motor.
- dois botões para o acionamento da talha, sendo um para cada sentido de elevação, com duplo estágio correspondente às velocidades normal e reduzida;
- dois botões para o acionamento do trole, sendo um para cada sentido de rotação do respectivo motor.

A botoeira será prevista para instalação ao tempo, com chave para intertravamento da mesma quando não estiver sendo operada.

Deverá ser previsto o intertravamento elétrico, que somente permitirá o fechamento do contator geral quando todos os dispositivos de acionamento dos movimentos estiverem na posição “desligado”.

Para os botões de comando, a corrente nominal de “uso” mínima deverá ser de 10 A, e os mesmos não deverão ficar em posição intermediária.

Deverá ser utilizado o seguinte código de cores: botão liga: verde; lâmpada “ligado”: vermelho; botão desliga: vermelho; lâmpada “desligado”: verde.

3.3.3 Quadro Elétrico

Deverá ser fornecido um quadro elétrico de comando, o qual deverá estar localizado na posição que melhor se adapte às condições de projeto.

No quadro elétrico serão instalados:

- disjuntor tripolar principal seco, com acionamento manual, tensão nominal de 500 V, provido de elementos termomagnéticos nas três fases para proteção contra sobrecarga



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- (compensados contra variações de temperatura ambiente) e contra curto-circuito. A capacidade de ruptura simétrica (mínima) será de 10 kA;
- contator tripolar principal para tensão nominal de 380 V, com contatos auxiliares NA-NF para sinalização e indicação da posição do contator, através de lâmpadas sinalizadoras na mesa de comando;
 - relé de mínima tensão, falta de tensão e inversão de fase, para comandar a abertura do contator tripolar principal, protegido por bases fusíveis diazed;
 - transformador monofásico de 380/110 V - 60 Hz, para os circuitos de comando, proteção e sinalização, protegido por bases fusíveis do tipo diazed no primário e secundário (lado não aterrado)
 - chave fusível tripolar 380 V para cada um dos circuitos de alimentação dos motores. Os fusíveis deverão ser do tipo NH ou similar;
 - duas chaves magnéticas tripolares de 380 V para cada motor (ou movimento), sendo uma para cada sentido de rotação do motor, constituídas de contator tripolar e relés térmicos (bimetálicos) ajustáveis para proteção contra sobrecarga (compensados contra variações de temperatura ambiente) nas três fases, com sistema de rearme manual. Estas chaves deverão ser providas de intertravamento mecânico e elétrico, de modo que uma chave não possa ser energizada estando a outra ligada;
 - bases fusíveis do tipo diazed para proteção de cada um dos circuitos de controle dos respectivos movimentos;
 - chaves magnéticas, contatares, relés auxiliares temporizados, resistências, resistores, lâmpadas de sinalização e, de maneira geral, equipamento necessário ao comando e controle de cada motor. A CONTRATADA deverá definir os tipos e características dos contadores e relés auxiliares, os quais estão sujeitos à aprovação da CONTRATANTE;

O sistema de desumidificação será alimentado em 220 V, 60 Hz, monofásico.

Os quadros serão feitos de perfilados e chapas de aço, pintados e tratados contra corrosão. A espessura mínima das chapas de aço deverá ser de 2 mm.

Os quadros, na parte frontal, deverão ter uma porta para proteção e fácil acesso aos equipamentos de controle neles instalados. As portas, assim como todas as chapas laterais removíveis, deverão ter juntas de borracha sintética para perfeita vedação do quadro. As portas deverão possuir maçanetas e fechaduras do tipo "Yale".

A CONTRATADA deverá fornecer e instalar toda a fiação interna entre os aparelhos e entre os aparelhos e réguas terminais dos quadros. Serão fornecidos todos os fios, cabos e acessórios de fiação, incluindo conectores, blocos de conexões e seus suportes.

A instalação elétrica deverá ser executada de acordo com as modernas normas e práticas de fiação.

Os cabos ou fios deverão ser criteriosamente arranjados.

Nenhuma emenda nos cabos será permitida na parte que se estende das réguas terminais aos terminais dos equipamentos.

A fiação deverá ser feita com cabos de cobre flexíveis e de diâmetros adequados às correntes a serem transportadas, porém não menores que 2,5 mm², exceto nos casos de circuitos de transformadores e corrente, quando não deverão ser menores que 3,31 mm². O isolamento dos cabos deverá ser para 600 V, resistente ao óleo e externamente coberto com material tipo chama não propagante. Para facilidade de manutenção, os circuitos deverão ser codificados por cores ou identificados em todos os terminais exatamente de acordo com os diagramas



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

aprovados. O circuito deverá ser projetado de tal modo que não haja mais que dois cabos em qualquer terminal das réguas ou dos aparelhos.

Todas as conexões deverão ser feitas com terminais de pressão do tipo que permita fixá-los aos bornes terminais dos instrumentos e das réguas terminais por meio de parafusos, devendo ser do tipo parafuso passante quando sujeitos a vibrações excessivas. Os bornes terminais deverão ser do tipo moldado, com barreiras entre bornes contíguos. Não será permitido o uso de réguas terminais em que o parafuso de fixação do terminal entre em contato direto com os fios ou os prendam através de pressão por molas. Deverão ser de boa qualidade, resistentes a impactos e garantir boa fixação dos terminais, ainda que sujeitos a vibrações. Deverão ter marcação visível em cada borne, de acordo com esquemas funcionais e topográficos fornecidos.

As conexões nas réguas terminais deverão ser agrupadas, tendo em vista o arranjo e o destino dos cabos de controle externos.

As réguas terminais deverão ser fornecidas, com uma reserva de aproximadamente 10% de cada tipo de borne utilizado.

Fusíveis ou disjuntores apropriados deverão ser fornecidos para a correta proteção dos equipamentos e fácil seleção dos circuitos com defeitos.

Os cabos deverão entrar por baixo do quadro. As réguas terminais, para ligação dos cabos externos, deverão ser montadas em posição razoavelmente próxima da base e que facilitem a entrada, instalação e arranjo dos cabos.

A fiação deverá ser facilmente acessível para manutenção.

Deverá ser fornecida a fiação completa, incluindo réguas terminais separadas para alimentação.

Todos os quadros deverão ser providos de resistências de aquecimento e termostatos para desumidificação e deverão ter em sua parte interna um esquema das ligações correspondentes.

Todos os quadros deverão receber as seguintes identificações:

- identificação do próprio quadro e acessórios da vista frontal, através de plaquetas;
- identificação de todos os equipamentos internos, conforme a simbologia utilizada nos documentos de projeto, através de plaquetas;
- identificação da fiação interna;
- identificação das réguas e bornes terminais.

3.3.4 Cabos Elétricos Externos aos Quadros

Estes cabos deverão ser de classe de isolamento 600 V, isolados com etileno propileno reticulado com capa externa de neoprene.

3.3.5 Motores

Os motores elétricos deverão corresponder às normas brasileiras NBR 7094, NBR 5383 e EB 620 da ABNT. Serão do tipo de indução, trifásico, e deverão ser previstos para partida sob tensão plena com corrente não superior a seis vezes a sua corrente nominal no caso de motor com rotor em curto-circuito (gaiola).

Os motores da elevação e translação serão previstos para um regime de trabalho de 150 partidas por hora, com fator de duração do ciclo de 40%. A isolamento será no mínimo classe 8. O conjugado máximo deverá ser de 250% do conjugado nominal. A tensão nominal será de 380 V.

Os motores poderão partir sob tensão de 0,90 Vn e deverão fornecer o torque necessário sob a tensão de 0,90 Vn (onde Vn = tensão nominal).

Os motores deverão ser auto-ventilados, protegidos contra poeira fina e respingos, IP-54.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Os motores deverão ser entregues equipados com os seguintes acessórios para cada um:

- uma caixa de terminais estanque, para ligação dos cabos, a seco;
- dois mancais de rolamentos de esferas ou de rolos com dispositivos para abastecimento de óleo ou graxa durante o serviço, se necessário;
- suporte em forma de anel para levantamento, pelo menos para os motores acima de 50 Kg de peso;
- uma placa de identificação, contendo também o esquema de ligações;
- resistência de aquecimento para evitar a condensação de umidade ou então um sistema de alimentação do próprio enrolamento por meio de transformador auxiliar incluído no fornecimento, desde que o período de garantia dos motores seja acrescido de seis meses além do previsto no contrato. O sistema de aquecimento poderá ser dispensado para os motores de indução tipo gaiola, de potência igual ou inferior a 2,2 kW.

3.3.6 Sistema de Desumidificação do Quadro e Motores

Para o sistema de desumidificação do quadro e motores deverá ser utilizada a tensão 220 V, 60 Hz, monofásico.

Os circuitos individuais de desumidificação de cada motor e quadro deverão ser protegidos por bases fusíveis diazed.

O sistema de desumidificação será desligado ao se ligar o contator geral.

O circuito de desumidificação do quadro será provido de termostato regulável.

4 . FABRICAÇÃO E INSPEÇÃO

4.1 Generalidades

Nenhuma inspeção ou ensaio deverá ser efetuado sem que os desenhos e listas de materiais tenham sido devidamente aprovados pela CONTRATANTE.

Para as exigências básicas de fabricação e inspeção, consultar a “CT.3 - Fabricação e Inspeção”, apresentada neste Volume.

4.2 Ensaio na Fábrica

Todos os equipamentos estarão sujeitos a inspeção durante a fabricação e testes finais na Fábrica da CONTRATADA, pelos inspetores da CONTRATANTE, não eximindo em nenhuma hipótese a CONTRATADA de quaisquer obrigações e responsabilidades contratuais.

Os equipamentos serão liberados para transporte somente após o parecer favorável da CONTRATANTE.

O custo decorrente das inspeções referentes a este item será suportado pela CONTRATADA.

De modo geral, os equipamentos ou suas partes serão pré- montados ou montados em condições de serviço, com as uniões e emparelhamento reais, na Fábrica da CONTRATADA.

Marcas de emparelhamento serão convenientemente executadas de modo legível, por meio de pintura e punção, a fim de assegurar um acoplamento correto, quando da montagem na Obra da CONTRATANTE. Montagens especiais serão feitas com auxílio de pinos de guia.

Cada conjunto pré-montado ou montado na Fábrica será inspecionado pela CONTRATANTE, conforme indicado a seguir.

As principais dimensões de pré-montagem, como diagonais dos quadros formados pelas vigas, deverão constar do manual de montagem.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

As inspeções e ensaios serão os seguintes:

a) Pórtico Rolante e Talha Elétrica

O pórtico e a talha elétrica serão ensaiados na Fábrica da CONTRATADA, onde serão verificadas, no mínimo, as seguintes características:

- dimensionais;
- ajustes de montagem;
- acabamento superficial;
- operacionais: serão verificados os funcionamentos dos componentes e conjunto em vazio, quando as velocidades deverão obedecer às características e limites impostos nestas CONDIÇÕES TÉCNICAS. Não serão admitidos superaquecimentos de elementos mecânicos e elétricos, ruídos, vibrações excessivas e vazamentos;
- eficiência do sistema de lubrificação;
- ensaios dielétricos nas fiações, conforme estas CONDIÇÕES TÉCNICAS e normas aplicáveis.

b) Motores Elétricos

Os motores elétricos deverão ser submetidos aos testes considerados de rotina, conforme NBR-5383 (e NBR-7094) da ABNT, relacionados a seguir:

- ensaio da resistência elétrica, a frio;
- ensaio de corrente e potência absorvidas em vazio;
- ensaio de rotor bloqueado;
- ensaio de tensão suportável.

c) Quadro Elétrico

Serão feitas, no mínimo, as seguintes verificações:

- inspeção visual, dimensional e verificação do equipamento com relação aos desenhos aprovados;
- teste de tensão aplicada, conforme estas CONDIÇÕES TÉCNICAS e normas aplicáveis;
- teste de continuidade e de funcionamento;
- montagem;
- acabamento superficial.

d) Demais componentes elétricos:

Visuais, ensaios dielétricos, isolamento, etc.

e) Pintura

Será verificada a espessura e aderência da película de tinta seca de todos os componentes.

5 . ENSAIOS DE FUNCIONAMENTO

5.1 Generalidades

Os Ensaios e Inspeções na Obra, a serem executados pela CONTRATANTE, não eximem, em nenhuma hipótese, a CONTRATADA de quaisquer das suas obrigações e responsabilidades contratuais.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Todos os Ensaios e Inspeções na Obra serão executados pela CONTRATANTE, com supervisão da CONTRATADA.

Após os ensaios na Obra serão elaborados os respectivos relatórios, os quais apresentarão todos os valores obtidos nos correspondentes ensaios, ficando sujeitos à análise da CONTRATANTE.

Os ensaios descritos para um equipamento ou sua parte estendem-se aos equipamentos ou partes do mesmo tipo.

De modo geral, os aparelhos, dispositivos e cargas de ensaio, utilizados durante os Ensaios e Inspeções, serão fornecidos pela CONTRATANTE.

A indicação dos Ensaios e Inspeções definidos nos subitens 5.2 e 5.3 destas CONDIÇÕES TÉCNICAS é orientativa, podendo a CONTRATANTE solicitar uma extensão ou outros tipos de Ensaios ou Inspeções, além dos indicados, caso julgar necessário para verificação da qualidade ou desempenho do equipamento, desde que tais ensaios não afetem as suas características principais.

Após a efetivação de todos os Ensaios e Inspeções pela CONTRATANTE com a supervisão da CONTRATADA, e sanadas todas as deficiências ou irregularidades eventualmente levantadas durante essa fase de trabalho, serão feitas novas inspeções para constatar que todas as correções foram executadas e eliminadas todas as deficiências ou irregularidades observadas.

5.2 Ensaios Iniciais na Obra

Quando da realização dos Ensaios e Inspeções Iniciais na Obra, serão obedecidas todas as condições do subitem 5.1 destas CONDIÇÕES TÉCNICAS.

Todos os equipamentos, após definitivamente montados na Obra, serão submetidos a ensaios de funcionamento em vazio e com cargas especificadas por norma técnica aplicável.

Serão verificadas todas as características de funcionamento, exigidas nestas CONDIÇÕES TÉCNICAS e fornecidas pela CONTRATADA nos memoriais de cálculo, desenhos, manuais de operação e catálogos do equipamento ou de seus componentes.

Será verificado se todos os componentes mecânicos ou elétricos do equipamento trabalham sob condições normais de operação, definidas naqueles documentos ou em normas técnicas aplicáveis. Em particular, serão verificados as velocidades de cada movimento, as aproximações dos ganchos, o funcionamento dos motores, freios e fins de curso, as flechas das vigas, etc.

Será verificado o perfeito funcionamento de todos os dispositivos de comando, proteção, sinalização e automatismo.

Após os ensaios acima e desde que não se constate nenhum defeito nos equipamentos, bem como não exista nenhum problema contratual pendente, será elaborado um relatório contendo todos os valores obtidos durante os Ensaios e Inspeções, que corresponderá ao "Recebimento Inicial do Equipamento".

Se até o término do Período de Garantia ocorrerem funcionamento deficiente, variações, ou desgastes inadmissíveis, a CONTRATADA será responsável pelas correções.

5.3 Ensaios Finais na Obra

No fim do Período de Garantia a CONTRATANTE terá o direito de realizar os Ensaios e Inspeções definidos nestas CONDIÇÕES TÉCNICAS, aplicáveis, ou outros que julgar necessários, podendo, inclusive, quando o tipo de ensaio o exigir, desmontar parte do equipamento para verificações necessárias.

Se os resultados dos ensaios forem favoráveis em todos os pontos e demonstrarem que o equipamento corresponde às condições de funcionamento especificadas, será elaborado para



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

cada conjunto um relatório contendo os valores obtidos que corresponderá ao “Recebimento Final do Equipamento”.

Sendo constatados desgastes excessivos, alterações nas características de operação, divergências inaceitáveis em relação aos ensaios anteriores, ou em relação a estas CONDIÇÕES TÉCNICAS, a CONTRATADA fará as verificações de projeto para determinar as causas das irregularidades, bem como as devidas modificações e/ou correções no equipamento, suportando todos os custos decorrentes, desde que as irregularidades não sejam devidas ao uso incorreto do equipamento.

Se o equipamento não desempenhar as funções previstas nestas CONDIÇÕES TÉCNICAS e sendo impossível efetuar as correções necessárias, o mesmo será refugado.

O custo dos Ensaios e Inspeções na Obra será suportado pela CONTRATANTE, porém as despesas serão reembolsadas pela CONTRATADA caso o equipamento não preencha as condições especificadas.

6 . PROTEÇÃO E PINTURA

A ponte rolante, suportes da alimentação e os batentes dos pára-choques deverão ser pintados.

A pintura anticorrosiva será efetuada segundo a especificação apresentada na “CT-4-Proteção e Pintura”, incluída neste Volume, de acordo com os respectivos esquemas de pintura, e considerando os padrões de cores abaixo relacionados:

COMPONENTE	COR
trole	laranja
pórtico	amarelo
motores elétricos	cinza claro
quadros elétricos	cinza claro
moitão	amarelo e preta – zebrado

7 . PROJETO EXECUTIVO

Entre os documentos de projeto, deverão ser fornecidos no mínimo os seguintes:

7.1 Documentos Mecânicos

- conjunto e detalhes do pórtico
- conjunto e detalhes da estrutura
- conjunto e detalhes do mecanismo de translação do pórtico
- conjunto e detalhes do mecanismo de direção
- conjunto e detalhes do mecanismo de elevação
- conjunto do moitão e gancho
- conjunto e detalhes da alimentação do pórtico
- conjunto e detalhes da alimentação do trole
- conjunto e detalhes do passadiço, escadas e plataformas
- conjunto e detalhes do caminho de rolamento e batentes



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- esquema de pintura
- catálogo técnico dos itens padronizados
- programa de inspeção
- desenhos de transporte
- manuais de montagem, operação e manutenção

Os documentos acima devem ser fornecidos juntamente com as respectivas listas de materiais e memoriais de cálculo, se aplicáveis.

7.2 Documentos Elétricos

- diagramas funcionais, unifilares e trifilares
- planta e vista do quadro, e caixa de bornes de alimentação, com indicação de dispositivos frontais, dimensões, detalhes de fixação, ponto de aterramento, pesos e detalhes da entrada de cabos e esquema de pintura
- desenhos das réguas de bornes do quadro, e caixa de bornes com as respectivas interligações externas ao quadro
- diagrama topográfico do quadro e caixa de bornes
- diagrama de cablagem geral de interligação dos equipamentos incluídos no fornecimento (fiação externa)
- catálogos de todos os dispositivos utilizados
- desenho da cabina com dimensões, dizeres das plaquetas e interligações elétricas
- lista de materiais do quadro elétrico e caixa de bornes
- lista de materiais externos ao quadro
- desenho das plaquetas de identificação com dimensões e dizeres

8 . PEÇAS SOBRESSALENTES

As peças sobressalentes a seguir discriminadas deverão fazer parte integrante de fornecimento e deverão ser entregues juntamente com a entrega dos equipamentos.

Todas as peças sobressalentes serão intercambiáveis com todas as peças que substituirão, e serão fabricadas considerando que o emprego de materiais, processos de fabricação, ensaios e inspeções serão iguais aos estabelecidos na fabricação das peças originais:

- 100% (cem por cento) dos retentores de óleo ou graxa;
- dois jogos de pastilhas e lonas para cada freio;
- uma bobina para cada freio eletromagnético;
- um jogo de contatos para fim de curso;
- um jogo de contatos para cada tipo de contator (ver obs. 1);
- uma bobina para cada tipo de contator (ver obs. 1);
- um relé auxiliar de cada tipo, temporizado ou não;
- um relé térmico de cada tipo;
- um jogo de lâmpadas de sinalização;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- 100% (cem por cento) dos fusíveis utilizados;
- um rolamento de cada tipo (excluir rolamento axial do gancho).

Obs. 1: Não existindo contatos e/ou bobina de reposição, 1(um) contator completo de cada tipo.

9 . DADOS A SEREM FORNECIDOS COM A PROPOSTA

A CONTRATADA deverá fornecer uma descrição técnica detalhada de todo o equipamento, de seus componentes e dos principais materiais utilizados.

A CONTRATADA fornecerá entre outras as seguintes características técnicas:

- capacidade nominal
- altura de elevação do gancho
- velocidade do elevação, direção e translação
- velocidades reduzidas
- cota superior do gancho
- cota inferior do gancho
- trem tipo (carga nas rodas e distribuição e diâmetro das mesmas)
- tipo do trilho
- dados do cabo de aço
- massa do trole com talha elétrica
- massa da pórtico completo (inclusive trole e talha)
- massa do caminho de rolamento
- especificação do barramento para alimentação elétrica
- potência dos motores
- esquema de proteção e pintura
- tipo de pára-choque e material
- fabricante dos componentes principais (motores, fim de curso, quadro elétrico, componentes dos quadros elétricos, etc.)
- diagrama elétrico unifilar
- catálogos técnicos
- relação de peças sobressalentes.

CT.3 – TALHA E MONOVIA DE JUSANTE DA CASA DE FORÇA

1 . OBJETIVO

Estas CONDIÇÕES TÉCNICAS fixam os requisitos técnicos mínimos para o fornecimento das talhas elétricas e respectivas monovias a serem instaladas a jusante das Casas de Força das Usinas Hidrelétricas Salgado I e Salgado II, localizadas no Trecho III, referentes ao Projeto de Transposição de Água do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

2 . CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTOS

2.1 Características Gerais

A jusante de cada Usina Hidrelétrica será instalada uma talha elétrica, que se deslocará sobre as ranhuras de operação das comportas ensecadeiras de jusante, com o objetivo de movimentar esses equipamentos nos serviços de operação e manutenção.

A talha elétrica deslocar-se-á sob uma monovia, em local descoberto, a jusante da Casa de Força.

O comando da talha será feito através de botoeira pendente.

A CONTRATADA deverá considerar que durante a fase operação da Usina, a talha elétrica poderá ficar inativa por longo período de tempo, não devendo isto afetar os seus mecanismos, suas características e disponibilidade.

2.2 Características Principais

- Tipo: com movimentos de elevação e translação.
- Velocidade de elevaçãomin. 1,25 m/min.
.....máx. 12,5 m/min.
- Velocidade de translação da talhamin. 1,6 m/min.
.....máx 16 m/min.
- Alimentação elétrica (tomada numa das extremidades) 380 V, 3f, 60 Hz
- Classificação dos mecanismos Grupo 1 Am
(Elevação: estado de solicitação 2 e classe de funcionamento VI)
- Ambiente Externo

As velocidades indicadas são referidas ao guincho atuando com a respectiva carga nominal e poderão ter uma tolerância de + ou - 5% (cinco por cento), qualquer que seja a carga.

As demais características principais estão apresentadas nas tabelas abaixo:

USINA	Salgado I	Salgado II
Capacidade nominal do gancho (kN)	75	75
Comprimento da Monovia (m)	50	55
Nível superior do gancho (m)	316,6	256,9
Curso do gancho (m)	17,50	23
Nível de referência do caminho de rolamento (m)	318	258,3

3 . REQUISITOS PARA O PROJETO E FABRICAÇÃO

3.1 Talha Elétrica e Monovia

A monovia deverá ser de aço estrutural, fabricada em chapas e perfis de alma cheia, soldados, não sendo permitido o uso de treliçamento.

A flecha máxima vertical na viga monovia deverá ser inferior a 1/1.000 do vão, com carga nominal.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Todos os mecanismos e dispositivos deverão possuir coberturas metálicas para proteção contra intempéries.

Deverão ser previstas escadas e plataformas com corrimãos para acesso aos locais necessários, a fim de tornar segura e fácil a conservação dos equipamentos.

O guincho de elevação será constituído por uma talha elétrica, roldanas e moitão com gancho.

No projeto do moitão, tambor e guia de cabo de aço, deverá ser considerado que na operação de subida e descida das comportas, o gancho não deverá ter deslocamento horizontal em relação à linha de centro de suspensão. No entanto, o bloco de roldanas estará livre para movimentos oscilatórios.

O moitão e o cabo de aço deverão ser projetados para serviço submerso e terão folga suficiente em relação às ranhuras.

O gancho do moitão deverá ser provido de trava de segurança, devendo girar sobre rolamento axial, e suas dimensões serão compatíveis com os pinos das vigas pescadoras. O gancho deverá ser de aço forjado e executado conforme a norma DIN-15401.

As roldanas do moitão deverão ter uma proteção que impeça o escape do cabo de aço das ranhuras.

Serão previstos na talha indicadores de posição, no qual serão colocados os contatos de fim de curso de segurança superior e inferior. Esses indicadores, colocados em local de boa visibilidade e segurança, permitirá ao operador verificar a localização das grades e da comporta ensecadeira. Os contatos de fins de curso superior e inferior desligarão o comando das chaves magnéticas correspondentes aos movimentos de elevação e de descida do gancho da talha.

O freio de sustentação da carga deverá ser projetado de tal forma que provoquem a parada total do gancho no espaço de 50 mm, mesmo com a carga nominal suspensa.

Os movimentos de elevação, e translação deverão ser intertravados eletricamente. A elevação deverá ter dispositivo de excesso de carga e cabo frouxo.

3.2 Requisitos Elétricos

Todo e qualquer componente deverá ser detalhadamente especificado e terá comprovada as suas características.

Na escolha dos componentes, serão consideradas as tensões e correntes de curto-circuito conforme mencionado abaixo.

Os diversos circuitos e componentes elétricos deverão ter no mínimo as seguintes características:

- Circuito de Corrente Alternada:
 - Classe de isolamento 600 V
 - Frequência nominal 60 Hz
 - Tensão aplicada (60 Hz - 1 mm)..... 2,5 kV ef
- Circuito de Corrente Continua:
 - Classe de isolamento 250 V
 - Tensão aplicada (60 Hz - 1 mm)..... 1,5 kV ef

Os contatares e disjuntores deverão ter seus contatos dimensionados de forma que, em serviço normal, sejam percorridos por uma corrente interior a 90% (noventa por cento) da corrente nominal e serem facilmente substituíveis. Seu funcionamento, bem como dos relés auxiliares,



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

deverá ser garantido para uma tensão de alimentação que poderá variar em + 10% da tensão nominal em C.A. e + 10% a - 20% da tensão nominal quando em corrente contínua.

Os contatos dos relés auxiliares e contatares serão dimensionados para a corrente nominal mínima de 10 A.

3.3 Alimentação Elétrica

Alimentação Elétrica da Talha Elétrica de Jusante

A alimentação elétrica será feita em 380 VCA, 60 Hz, trifásico, convenientemente protegido contra poeira, chuva, contato acidental etc.

A queda de tensão máxima admissível, deverá ser de 3% (três por cento).

A tomada de força estará localizada em uma das extremidades da monovia e o nível máximo admissível da corrente de curto-circuito no ponto de alimentação serão de 5 kA.

O sistema de alimentação elétrica do carro deverá ser constituído de cabos múltiplos flexíveis, com isolamento em EPR com capa externa de neoprene, com terminais permanentes na ponte e no carro.

Os cabos deverão ficar suspensos e apoiados em carro suporte provido de roletes em mancais de rolamento selados.

A talha, e o respectivo trole serão comandados através de botoeira, que será ligada por um cabo elétrico múltiplo e flexível. A botoeira será instalada junto a uma das extremidades da monovia a uma altura de aproximadamente 1,0 m acima da plataforma do piso de operação.

A botoeira conterá no mínimo o seguinte:

- um botão “liga” para o contator geral;
- um botão “desliga” para o contator geral;
- uma lâmpada de sinalização vermelha indicando que o contator geral está energizado;
- dois botões para o acionamento da talha, sendo um para cada sentido de elevação, com duplo estágio correspondente às velocidades normal e reduzida;
- dois botões para o acionamento do trole, sendo um para cada sentido de rotação do respectivo motor.

A botoeira será prevista para instalação ao tempo, com chave para intertravamento da mesma quando não estiver sendo operada.

Deverá ser previsto o intertravamento elétrico, que somente permitirá o fechamento do contator geral quando todos os dispositivos de acionamento dos movimentos estiverem na posição “desligado”.

Para os botões de comando, a corrente nominal de “uso” mínima deverá ser de 10 A, e os mesmos não deverão ficar em posição intermediária.

Deverá ser utilizado o seguinte código de cores: botão liga: verde; lâmpada “ligado”: vermelho; botão desliga: vermelho; lâmpada “desligado”: verde.

Quadro Elétrico

Deverá ser fornecido um quadro elétrico de comando, o qual deverá estar localizado na posição que melhor se adapte às condições de projeto.

No quadro elétrico serão instalados:



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- disjuntor tripolar principal seco, com acionamento manual, tensão nominal de 500 V, provido de elementos termomagnéticos nas três fases para proteção contra sobrecarga (compensados contra variações de temperatura ambiente) e contra curto-circuito. A capacidade de ruptura simétrica (mínima) será de 10 kA;
- contator tripolar principal para tensão nominal de 380 V, com contatos auxiliares NA-NF para sinalização e indicação da posição do contator, através de lâmpadas sinalizadoras na mesa de comando;
- relé de mínima tensão, falta de tensão e inversão de fase, para comandar a abertura do contator tripolar principal, protegido por bases fusíveis diazed;
- transformador monofásico de 380/110 V - 60 Hz, para os circuitos de comando, proteção e sinalização, protegido por bases fusíveis do tipo diazed no primário e secundário (lado não aterrado)
- chave fusível tripolar 380 V para cada um dos circuitos de alimentação dos motores. Os fusíveis deverão ser do tipo NH ou similar;
- duas chaves magnéticas tripolares de 380 V para cada motor (ou movimento), sendo uma para cada sentido de rotação do motor, constituídas de contator tripolar e relés térmicos (bimetálicos) ajustáveis para proteção contra sobrecarga (compensados contra variações de temperatura ambiente) nas três fases, com sistema de rearme manual. Estas chaves deverão ser providas de intertravamento mecânico e elétrico, de modo que uma chave não possa ser energizada estando a outra ligada;
- bases fusíveis do tipo diazed para proteção de cada um dos circuitos de controle dos respectivos movimentos;
- chaves magnéticas, contatares, relés auxiliares temporizados, resistências, resistores, lâmpadas de sinalização e, de maneira geral, equipamento necessário ao comando e controle de cada motor. A CONTRATADA deverá definir os tipos e características dos contadores e relés auxiliares, os quais estão sujeitos à aprovação da CONTRATANTE;

O sistema de desumidificação será alimentado em 220 V, 60 Hz, monofásico.

Os quadros serão feitos de perfilados e chapas de aço, pintados e tratados contra corrosão. A espessura mínima das chapas de aço deverá ser de 2 mm.

Os quadros, na parte frontal, deverão ter uma porta para proteção e fácil acesso aos equipamentos de controle neles instalados. As portas, assim como todas as chapas laterais removíveis, deverão ter juntas de borracha sintética para perfeita vedação do quadro. As portas deverão possuir maçanetas e fechaduras do tipo "Yale".

A CONTRATADA deverá fornecer e instalar toda a fiação interna entre os aparelhos e entre os aparelhos e réguas terminais dos quadros. Serão fornecidos todos os fios, cabos e acessórios de fiação, incluindo conectores, blocos de conexões e seus suportes.

A instalação elétrica deverá ser executada de acordo com as modernas normas e práticas de fiação.

Os cabos ou fios deverão ser criteriosamente arranjados.

Nenhuma emenda nos cabos será permitida na parte que se estende das réguas terminais aos terminais dos equipamentos.

A fiação deverá ser feita com cabos de cobre flexíveis e de diâmetros adequados às correntes a serem transportadas, porém não menores que 2,50mm², exceto nos casos de circuitos de transformadores e corrente, quando não deverão ser menores que 3,31 mm². O isolamento dos cabos deverá ser para 600 V, resistente ao óleo e externamente coberto com material tipo



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

chama não propagante. Para facilidade de manutenção, os circuitos deverão ser codificados por cores ou identificados em todos os terminais exatamente de acordo com os diagramas aprovados. O circuito deverá ser projetado de tal modo que não haja mais que dois cabos em qualquer terminal das réguas ou dos aparelhos.

Todas as conexões deverão ser feitas com terminais de pressão do tipo que permita fixá-los aos bornes terminais dos instrumentos e das réguas terminais por meio de parafusos, devendo ser do tipo parafuso passante quando sujeitos a vibrações excessivas. Os bornes terminais deverão ser do tipo moldado, com barreiras entre bornes contíguos. Não será permitido o uso de réguas terminais em que o parafuso de fixação do terminal entre em contato direto com os fios ou os prendam através de pressão por molas. Deverão ser de boa qualidade, resistentes a impactos e garantir boa fixação dos terminais, ainda que sujeitos a vibrações. Deverão ter marcação visível em cada borne, de acordo com esquemas funcionais e topográficos fornecidos.

As conexões nas réguas terminais deverão ser agrupadas, tendo em vista o arranjo e o destino dos cabos de controle externos.

As réguas terminais deverão ser fornecidas, com uma reserva de aproximadamente 10% de cada tipo de borne utilizado.

Fusíveis ou disjuntores apropriados deverão ser fornecidos para a correta proteção dos equipamentos e fácil seleção dos circuitos com defeitos.

Os cabos deverão entrar por baixo do quadro. As réguas terminais, para ligação dos cabos externos, deverão ser montadas em posição razoavelmente próxima da base e que facilitem a entrada, instalação e arranjo dos cabos.

A fiação deverá ser facilmente acessível para manutenção.

Deverá ser fornecida a fiação completa, incluindo réguas terminais separadas para alimentação.

Todos os quadros deverão ser providos de resistências de aquecimento e termostatos para desumidificação e deverão ter em sua parte interna um esquema das ligações correspondentes.

Todos os quadros deverão receber as seguintes identificações:

- identificação do próprio quadro e acessórios da vista frontal, através de plaquetas;
- identificação de todos os equipamentos internos, conforme a simbologia utilizada nos documentos de projeto, através de plaquetas;
- identificação da fiação interna;
- identificação das réguas e bornes terminais.

Cabos Elétricos Externos aos Quadros

Estes cabos deverão ser de classe de isolamento 600 V, isolados com etileno propileno reticulado com capa externa de neoprene.

Motores

Os motores elétricos deverão corresponder às normas brasileiras NBR 7094, NBR 5383 e EB 620 da ABNT. Serão do tipo de indução, trifásico, e deverão ser previstos para partida sob tensão plena com corrente não superior a seis vezes a sua corrente nominal no caso de motor com rotor em curto-circuito (gaiola).

Os motores da elevação e translação serão previstos para um regime de trabalho de 150 partidas por hora, com fator de duração do ciclo de 40%. A isolamento será no mínimo classe 8. O conjugado máximo deverá ser de 250% do conjugado nominal. A tensão nominal será de 380 V.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Os motores poderão partir sob tensão de 0,90 Vn e deverão fornecer o torque necessário sob a tensão de 0,90 Vn (onde Vn = tensão nominal).

Os motores deverão ser auto-ventilados, protegidos contra poeira tina e respingos, IP-54.

Os motores deverão ser entregues equipados com os seguintes acessórios para cada um:

- uma caixa de terminais estanque, para ligação dos cabos, a seco;
- dois mancais de rolamentos de esferas ou de rolos com dispositivos para abastecimento de óleo ou graxa durante o serviço, se necessário;
- suporte em forma de anel para levantamento, pelo menos para os motores acima de 50 Kg de peso;
- uma placa de identificação, contendo também o esquema de ligações;
- resistência de aquecimento para evitar a condensação de umidade ou então um sistema de alimentação do próprio enrolamento por meio de transformador auxiliar incluído no fornecimento, desde que o período de garantia dos motores seja acrescido de 6 (seis) meses além do previsto no contrato. O sistema de aquecimento poderá ser dispensado para os motores de indução tipo gaiola, de potência igual ou inferior a 2,2 kW.

Sistema de Desumidificação do Quadro e Motores

Para o sistema de desumidificação do quadro e motores deverá ser utilizada a tensão 220 V, 60 Hz, monofásico.

Os circuitos individuais de desumidificação de cada motor e quadro deverão ser protegidos por bases fusíveis diazed.

O sistema de desumidificação será desligado ao se ligar o contator geral.

O circuito de desumidificação do quadro será provido de termostato regulável.

4 . FABRICAÇÃO E INSPEÇÃO

Nenhuma inspeção ou ensaio deverá ser efetuado sem que os desenhos e listas de materiais tenham sido devidamente aprovados pela CONTRATANTE.

Para as exigências básicas de fabricação e inspeção, consultar a “CT.3 - Fabricação e Inspeção”, apresentada neste Volume.

4.1 Ensaio na Fábrica

Todos os equipamentos estarão sujeitos a inspeção durante a fabricação e testes finais na Fábrica da CONTRATADA, pelos inspetores da CONTRATANTE, não eximindo em nenhuma hipótese a CONTRATADA de quaisquer obrigações e responsabilidades contratuais.

Os equipamentos serão liberados para transporte somente após o parecer favorável da CONTRATANTE.

O custo decorrente das inspeções referentes a este item será suportado pela CONTRATADA.

De modo geral, os equipamentos ou suas partes serão pré- montados ou montados em condições de serviço, com as uniões e emparelhamento reais, na Fábrica da CONTRATADA.

Marcas de emparelhamento serão convenientemente executadas de modo legível, por meio de pintura e punção, a fim de assegurar um acoplamento correto, quando da montagem na Obra da CONTRATANTE. Montagens especiais serão feitas com auxílio de pinos de guia.

Cada conjunto pré-montado ou montado na Fábrica será inspecionado pela CONTRATANTE, conforme indicado a seguir.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

As principais dimensões de pré-montagem, como diagonais dos quadros formados pelas vigas, deverão constar do manual de montagem.

As inspeções e ensaios serão os seguintes:

Pórtico Rolante e Talha Elétrica

O pórtico e a talha elétrica serão ensaiados na Fábrica da CONTRATADA, onde serão verificadas, no mínimo, as seguintes características:

- dimensionais;
- ajustes de montagem;
- acabamento superficial;
- operacionais: serão verificados os funcionamentos dos componentes e conjunto em vazio, quando as velocidades deverão obedecer às características e limites impostos nestas CONDIÇÕES TÉCNICAS. Não serão admitidos superaquecimentos de elementos mecânicos e elétricos, ruídos, vibrações excessivas e vazamentos;
- eficiência do sistema de lubrificação;
- ensaios dielétricos nas fiações, conforme estas CONDIÇÕES TÉCNICAS e normas aplicáveis.

Motores Elétricos

Os motores elétricos deverão ser submetidos aos testes considerados de rotina, conforme NBR-5383 (e NBR-7094) da ABNT, relacionados a seguir:

- ensaio da resistência elétrica, a frio;
- ensaio de corrente e potência absorvidas em vazio;
- ensaio de rotor bloqueado;
- ensaio de tensão suportável.

Quadros Elétricos

Serão feitas, no mínimo, as seguintes verificações:

- inspeção visual, dimensional e verificação do equipamento com relação aos desenhos aprovados;
- teste de tensão aplicada, conforme estas CONDIÇÕES TÉCNICAS e normas aplicáveis;
- teste de continuidade e de funcionamento;
- montagem;
- acabamento superficial.

Demais componentes elétricos:

Visuais, ensaios dielétricos, isolamento, etc.

Pintura

Será verificada a espessura e aderência da película de tinta seca de todos os componentes.

4.2 Ensaios de funcionamento

Generalidades



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Os Ensaios e Inspeções na Obra, a serem executados pela CONTRATANTE, não eximem, em nenhuma hipótese, a CONTRATADA de quaisquer das suas obrigações e responsabilidades contratuais.

Todos os Ensaios e Inspeções na Obra serão executados pela CONTRATANTE, com supervisão da CONTRATADA.

Após os ensaios na Obra serão elaborados os respectivos relatórios, os quais apresentarão todos os valores obtidos nos correspondentes ensaios, ficando sujeitos à análise da CONTRATANTE.

Os ensaios descritos para um equipamento ou sua parte estendem-se aos equipamentos ou partes do mesmo tipo.

De modo geral, os aparelhos, dispositivos e cargas de ensaio, utilizados durante os Ensaios e Inspeções, serão fornecidos pela CONTRATANTE.

A indicação dos Ensaios e Inspeções definidos nos subitens 5.2 e 5.3 destas CONDIÇÕES TÉCNICAS é orientativa, podendo a CONTRATANTE solicitar uma extensão ou outros tipos de Ensaios ou Inspeções, além dos indicados, caso julgar necessário para verificação da qualidade ou desempenho do equipamento, desde que tais ensaios não afetem as suas características principais.

Após a efetivação de todos os Ensaios e Inspeções pela CONTRATANTE com a supervisão da CONTRATADA, e sanadas todas as deficiências ou irregularidades eventualmente levantadas durante essa fase de trabalho, serão feitas novas inspeções para constatar que todas as correções foram executadas e eliminadas todas as deficiências ou irregularidades observadas.

Ensaio Iniciais na Obra

Quando da realização dos Ensaios e Inspeções Iniciais na Obra, serão obedecidas todas as condições do subitem 5.1 destas CONDIÇÕES TÉCNICAS.

Todos os equipamentos, após definitivamente montados na Obra, serão submetidos a ensaios de funcionamento em vazio e com cargas especificadas por norma técnica aplicável.

Serão verificadas todas as características de funcionamento, exigidas nestas CONDIÇÕES TÉCNICAS e fornecidas pela CONTRATADA nos memoriais de cálculo, desenhos, manuais de operação e catálogos do equipamento ou de seus componentes.

Será verificado se todos os componentes mecânicos ou elétricos do equipamento trabalham sob condições normais de operação, definidas naqueles documentos ou em normas técnicas aplicáveis. Em particular, serão verificados as velocidades de cada movimento, as aproximações dos ganchos, o funcionamento dos motores, freios e fins de curso, as flechas das vigas, etc.

Será verificado o perfeito funcionamento de todos os dispositivos de comando, proteção, sinalização e automatismo.

Após os ensaios acima e desde que não se constate nenhum defeito nos equipamentos, bem como não exista nenhum problema contratual pendente, será elaborado um relatório contendo todos os valores obtidos durante os Ensaios e Inspeções, que corresponderá ao "Recebimento Inicial do Equipamento".

Se até o término do Período de Garantia ocorrerem funcionamento deficiente, variações, ou desgastes inadmissíveis, a CONTRATADA será responsável pelas correções.

Ensaio Finais na Obra

No fim do Período de Garantia a CONTRATANTE terá o direito de realizar os Ensaios e Inspeções definidos nestas CONDIÇÕES TÉCNICAS, aplicáveis, ou outros que julgar



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

necessários, podendo, inclusive, quando o tipo de ensaio o exigir, desmontar parte do equipamento para verificações necessárias.

Se os resultados dos ensaios forem favoráveis em todos os pontos e demonstrarem que o equipamento corresponde às condições de funcionamento especificadas, será elaborado para cada conjunto um relatório contendo os valores obtidos que corresponderá ao “Recebimento Final do Equipamento”.

Sendo constatados desgastes excessivos, alterações nas características de operação, divergências inaceitáveis em relação aos ensaios anteriores, ou em relação a estas CONDIÇÕES TÉCNICAS, a CONTRATADA fará as verificações de projeto para determinar as causas das irregularidades, bem como as devidas modificações e/ou correções no equipamento, suportando todos os custos decorrentes, desde que as irregularidades não sejam devidas ao uso incorreto do equipamento.

Se o equipamento não desempenhar as funções previstas nestas CONDIÇÕES TÉCNICAS e sendo impossível efetuar as correções necessárias, o mesmo será refugado.

O custo dos Ensaios e Inspeções na Obra será suportado pela CONTRATANTE, porém as despesas serão reembolsadas pela CONTRATADA caso o equipamento não preencha as condições especificadas.

5 . PROTEÇÃO E PINTURA

A ponte rolante, suportes da alimentação e os batentes dos pára-choques deverão ser pintados.

A pintura anticorrosiva será efetuada segundo a especificação apresentada na “CT-4-Proteção e Pintura”, incluída neste Volume, de acordo com os respectivos esquemas de pintura, e considerando os padrões de cores abaixo relacionados:

COMPONENTE	COR
Trole	laranja
Pórtico	amarelo
motores elétricos	cinza claro
quadros elétricos	cinza claro
Moitão	Amarelo e preta – zebrado

6 . PROJETO EXECUTIVO

Entre os documentos de projeto, deverão ser fornecidos no mínimo os seguintes:

Documentos Mecânicos

- conjunto e detalhes do pórtico
- conjunto e detalhes da estrutura
- conjunto e detalhes do mecanismo de translação do pórtico
- conjunto e detalhes do mecanismo de direção
- conjunto e detalhes do mecanismo de elevação
- conjunto do moitão e gancho
- conjunto e detalhes da alimentação do pórtico
- conjunto e detalhes da alimentação do trole



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- conjunto e detalhes do passadiço, escadas e plataformas
- conjunto e detalhes do caminho de rolamento e batentes
- esquema de pintura
- catálogo técnico dos itens padronizados
- programa de inspeção
- desenhos de transporte
- manuais de montagem, operação e manutenção

Os documentos acima devem ser fornecidos juntamente com as respectivas listas de materiais e memoriais de cálculo, se aplicáveis.

Documentos Elétricos

- diagramas funcionais, unifilares e trifilares
- planta e vista do quadro, e caixa de bornes de alimentação, com indicação de dispositivos frontais, dimensões, detalhes de fixação, ponto de aterramento, pesos e detalhes da entrada de cabos e esquema de pintura
- desenhos das réguas de bornes do quadro, e caixa de bornes com as respectivas interligações externas ao quadro
- diagrama topográfico do quadro e caixa de bornes
- diagrama de cablagem geral de interligação dos equipamentos incluídos no fornecimento (fiação externa)
- catálogos de todos os dispositivos utilizados
- desenho da cabina com dimensões, dizeres das plaquetas e interligações elétricas
- lista de materiais do quadro elétrico e caixa de bornes
- lista de materiais externos ao quadro
- desenho das plaquetas de identificação com dimensões e dizeres

7 . PEÇAS SOBRESSALENTES

As peças sobressalentes a seguir discriminadas deverão fazer parte integrante de fornecimento e deverão ser entregues juntamente com a entrega dos equipamentos.

Todas as peças sobressalentes serão intercambiáveis com todas as peças que substituirão, e serão fabricadas considerando que o emprego de materiais, processos de fabricação, ensaios e inspeções serão iguais aos estabelecidos na fabricação das peças originais:

- 100% (cem por cento) dos retentores de óleo ou graxa;
- dois jogos de pastilhas e lonas para cada freio;
- uma bobina para cada freio eletromagnético;
- um jogo de contatos para fim de curso;
- um jogo de contatos para cada tipo de contator (ver obs. 1);
- uma bobina para cada tipo de contator (ver obs. 1);
- um relé auxiliar de cada tipo, temporizado ou não;



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- um relé térmico de cada tipo;
- um jogo de lâmpadas de sinalização;
- 100% (cem por cento) dos fusíveis utilizados;
- um rolamento de cada tipo (excluir rolamento axial do gancho).

Obs. 1: Não existindo contatos e/ou bobina de reposição, 1(um) contator completo de cada tipo.

8 . DADOS A SEREM FORNECIDOS COM A PROPOSTA

A CONTRATADA deverá fornecer uma descrição técnica detalhada de todo o equipamento, de seus componentes e dos principais materiais utilizados.

A CONTRATADA fornecerá entre outras as seguintes características técnicas:

- capacidade nominal
- altura de elevação do gancho
- velocidade do elevação, direção e translação
- velocidades reduzidas
- cota superior do gancho
- cota inferior do gancho
- trem tipo (carga nas rodas e distribuição e diâmetro das mesmas)
- tipo do trilho
- dados do cabo de aço
- massa do trole com talha elétrica
- massa da pórtico completo (incluso trole e talha)
- massa do caminho de rolamento
- especificação do barramento para alimentação elétrica
- potência dos motores
- esquema de proteção e pintura
- tipo de pára-choque e material
- fabricante dos componentes principais (motores, fim de curso, quadro elétrico, componentes dos quadros elétricos, etc.)
- diagrama elétrico unifilar
- catálogos técnicos
- relação de peças sobressalentes.

CT.4 - FABRICAÇÃO E INSPEÇÃO

1 . OBJETIVO

Estas CONDIÇÕES TÉCNICAS tem como objetivo definir as condições de fabricação e inspeção referentes aos equipamentos de levantamento.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Nos casos em que houver conflito de uma determinada condição, prevalecerá a condição especificada nas CONDIÇÕES TÉCNICAS do equipamento em questão.

2 . MATERIAIS MECÂNICOS

2.1 Generalidades

De modo geral, todo e qualquer material será pormenorizadamente especificado e terá comprovadas as suas propriedades mecânicas e composições químicas, quando a norma aplicada assim exigir.

2.2 Chapas

As chapas empregadas terão suas propriedades físicas e químicas conforme as definidas nas Normas ASTM-A36, ASTM--A283 e/ou outras de aplicação específica da ASTM ou equivalente.

Suas composições químicas e propriedades mecânicas serão comprovadas por meio de certificados de qualidade do material, emitidos pelo próprio fabricante das chapas. Todas as chapas com espessura igual ou superior a 19 mm serão submetidas a ensaios por ultrassom, de acordo com o estabelecido nas Normas ASTM-A435.

O afastamento inferior permissível na espessura de chapas grossas será, em qualquer caso, de 0,25 mm, conforme recomenda a Norma NBR-6664 da ABNT.

2.3 Aços Inoxidáveis

Os aços inoxidáveis terão as propriedades físicas e químicas conforme as definidas nas Normas ASTM-A176, A240 ou equivalentes. Serão de boa soldabilidade por solda elétrica, tais como os tipos 304 e 316 da classificação AISI ou do tipo 410 da mesma classificação.

2.4 Peças Fundidas

Os ferros fundidos e os aços fundidos terão as propriedades físicas e químicas conforme as definidas nas Normas ASTM ou equivalente.

A variação da espessura, bem como de outras dimensões de cada peça fundida, será admitida desde que a resistência da peça não sofra reduções superiores a 10% de seu valor de projeto, ou então será tal que as tensões calculadas com as dimensões reais não excedam as tensões admissíveis adotadas no projeto.

2.5 Peças Forjadas

As peças forjadas terão as propriedades físicas e químicas conforme as definidas nas Normas ASTM ou equivalentes.

2.6 Tratamento Térmicos e Termoquímicos

Os aços serão submetidos a tratamento térmicos ou termoquímicos, sempre que seja necessário alterar parcialmente ou não, suas propriedades ou conferir-lhes características determinadas. As especificações detalhadas dos tratamentos térmicos ou termoquímicos constarão nos desenhos das peças ou estruturas metálicas.

3 . MATERIAIS ELÉTRICOS

3.1 Esforços Suportados pelos Equipamentos Elétricos

O material será projetado de forma a resistir com toda a segurança aos esforços eletrodinâmicos devidos às correntes de curto-circuito nas condições mais desfavoráveis, bem como ao aquecimento correspondente, até funcionarem os dispositivos de proteção.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

3.2 Dispositivos de Segurança

Os circuitos de baixa tensão serão executados de modo tal que nenhuma peça sob tensão se ache ao alcance da mão, não apresentando as faces dos quadros qualquer parte condutora sob tensão.

3.3 Intertravamento

Todos os intertravamentos necessários serão previstos a fim de se evitar qualquer manobra falsa. Quando ocorrer falta de corrente acidental, toda religação só será feita com os comandos a partir da posição “desligado”.

3.4 Parafusamento

Todos os pinos e parafusos de junção permanecerão travados após serem apertados. Serão protegidos contra a oxidação, por meio de cadmiagem, sherardização ou qualquer outro processo aceito pela CONTRATANTE.

3.5 Equipamento de Distribuição de Baixa Tensão

a) Características Gerais

A aparelhagem de baixa tensão deverá obedecer às Normas ABNT, NEMA ou equivalente.

A aparelhagem de baixa tensão será prevista e projetada para as tensões de alimentação e condições apresentadas no item 3 dessa ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA.

b) Contatores

Os contatores terão contatos de dimensões tais que em serviço normal sejam percorridos por uma corrente inferior a 90%, aproximadamente, da sua corrente nominal. Serão facilmente substituíveis e munidos de sopradores magnéticos de arco quando em corrente contínua. Seu funcionamento será garantido para uma tensão que varia de mais 10% a menos 15% da tensão nominal alternada.

As bobinas do tipo “tropicalizado” serão calculadas para poderem permanecer indefinidamente sob tensão.

c) Disjuntores

As características indicadas acima para os contatores são igualmente aplicáveis aos disjuntores. Conforme for o caso, os disjuntores serão providos, seja de um comando elétrico à distância, seja de um comando manual local.

d) Quadros

O projeto e a fabricação dos quadros obedecerão às Normas ANSI, ABNT ou outras sujeitas à aprovação da CONTRATANTE.

Os quadros serão do tipo armário fechado, feitos de perfilados e chapas de aço, pintados e tratados contra corrosão. A espessura mínima será de 2,65 mm (12 MSG) para as chapas de aço, conforme ABNT. Todos os cantos vivos serão chanfrados.

Na parte frontal, os quadros terão uma porta para proteção e fácil acesso aos equipamentos de controle instalados em seu interior. As portas, como todas as chapas laterais removíveis, terão junta de borracha sintética para perfeita vedação do quadro. Os barramentos serão de cobre e pintados nas cores recomendadas pela ABNT.

O fabricante fornecerá e instalará toda a fiação interna entre os aparelhos e as régua terminais dos quadros.

A instalação elétrica será executada de acordo com as mais modernas Normas e práticas de fiação.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Os cabos ou fios serão criteriosamente arranjados. Nenhuma emenda nos cabos será permitida entre réguas terminais e equipamentos, ou entre equipamentos.

A fiação será feita com cabos de cobre estanhados flexíveis e de diâmetros adequados às correntes a serem transportadas, porém, não menores que $1,5\text{mm}^2$, exceto no caso de circuitos dos transformadores de corrente, quando não serão menores que $2,5\text{mm}^2$ com isolamento para 600 V, tipo chama não propagante.

A ligação entre disjuntores e contatores deverá ser feita com cabos de cobre flexíveis de bitola não inferior a 4mm^2 . Para facilidade de manutenção, os circuitos serão codificados por cores ou identificados em todos os terminais exatamente de acordo com os diagramas aprovados. O circuito será projetado de tal modo que não haja mais que dois cabos em qualquer terminal das réguas ou dos aparelhos.

Todas as conexões serão feitas com terminais de pressão do tipo que permita fixá-los aos bornes terminais dos instrumentos e das réguas terminais. Não será permitido o uso de réguas terminais em que o parafuso de fixação do terminal entre em contato direto com os fios ou os prendam através de pressão de molas. Deverão ser de boa qualidade, resistentes a impactos e garantir boa fixação dos terminais ainda que sujeitos a vibrações e ter marcação visível em cada terminal, de acordo com esquemas funcionais e topográficos fornecidos.

As conexões nas réguas terminais serão agrupadas tendo em vista o arranjo e destino dos cabos de controle externos.

Terminais sobressalentes serão fornecidos num total de aproximadamente 10% de cada tipo dos terminais usados.

Fusíveis ou disjuntores apropriados serão fornecidos para a correta proteção dos equipamentos e fácil seleção dos circuitos com defeito. Os cabos entrarão por baixo. As réguas terminais para ligação de cabos externos serão montadas em posições razoavelmente próximas à base, de modo que facilitem a entrada, instalação e arranjo dos cabos.

A fiação será facilmente acessível para manutenção. Suportes para lâmpadas de iluminação serão instalados nos quadros. Os suportes serão fornecidos para lâmpadas incandescentes de 100 W, 220 V, 60 Hz, as quais poderão ser controladas por interruptores operados pela abertura da porta do quadro, e afastados de equipamentos sensíveis ao calor (canaletas, fios).

A fiação completa, incluindo réguas terminais separadas para a alimentação, será fornecida.

Todos os quadros serão providos de resistências de aquecimento para desumidificação e terão, em sua parte interna, um esquema das ligações correspondentes.

e) Cabos Elétricos Externos aos Quadros

Estes cabos serão de classe de isolamento de 600 V e serão isolados com PVC ou similar, com capa externa de PVC.

Para aplicações especiais, serão previstos cabos adequados, sujeitos à aprovação da CONTRATANTE.

3.6 Motores Elétricos

Os motores elétricos corresponderão às Normas Brasileiras NBR-7094, NBR-5383 e EB-620 e, nos casos omissos, far-se-á referência à IEC (34-1, 72-1 e 72-2) e ANSI O 50.2.1955.

Os motores serão do tipo de indução, trifásico, de rotor bobinado, previstos para partida sob tensão plena, com corrente não superior a seis vezes a sua corrente nominal, no caso de motor gaiola, salvo indicações contrárias mencionadas nas CONDIÇÕES TÉCNICAS do equipamento em questão.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Não terão velocidade superior a 1800 rpm. Poder-se-á fazer exceção ao acima especificado, para motores de potência fracionária e motores para aplicações especiais, os quais estarão sujeitos à aprovação da CONTRATANTE. O conjugado máximo será de 250% do conjugado nominal. A tensão nominal será de 380 V. Os motores serão escolhidos para um dos dois regimes de trabalho abaixo descritos, considerando-se as condições climáticas do local.

- Regime pseudo-contínuo com fator de funcionamento de 100% e 6 partidas por hora.
- Regime intermitente de partidas freqüentes, fator de funcionamento de 40% e 150 partidas por hora.

O fator de funcionamento será definido pela relação:

tempo de funcionamento

tempo de funcionamento + tempo de repouso

- Os motores partirão sob tensão de 0,90 Un e fornecerão o torque necessário sob a tensão de 0,90 Un (Un = tensão nominal).
- Os enrolamentos terão isolamento da classe B.
- Os motores serão do tipo fechado, protegidos contra jato d'água e poeira fina, auto-ventilados, IP-54 no caso de ambiente coberto e IP-55 no caso de ambiente descoberto.
- Os motores serão entregues equipados com os seguintes acessórios para cada um:
- uma caixa de terminais estanque, para junção dos cabos, a seco;
- dois mancais de rolamento de esferas ou de rolos com dispositivos para abastecimento de óleo ou graxa durante o serviço, se necessário;
- acessórios de fixação;
- suportes em torna de anel para levantamento, pelo menos para os motores acima de 500 N de peso;
- uma placa de sinalização com o esquema de ligações;
- resistência de aquecimento para evitar a condensação da umidade. Será feita exceção para os motores de indução, tipo gaiola, de potência igual ou inferior a 3 HP.

3.7 Equipamentos de Comando, Controle, Proteção e Sinalização

a) Características Gerais

Os circuitos e aparelhagem de comando, controle, bloqueios e sinalização serão previstos para uma tensão de serviço conforme definido no item 3 dessa ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA.

b) Comutadores e Botão de Pressão

A corrente nominal mínima será de 10 A. Os comutadores e botões de pressão não ficarão em posição intermediária.

As lâmpadas de sinalização poderão ser ligadas através de resistência e o conjunto lâmpada-resistor estará previsto para uma tensão operativa conforme especificado no item 3 da ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Os soquetes das lâmpadas serão suficientemente arejados para evitar os aquecimentos nocivos à durabilidade das mesmas e serão do tipo contra vibração.

c) Aparelhos de Controle

Se utilizados, os aparelhos indicadores colocados sobre os quadros serão de modelo aprovado pela CONTRATANTE.

d) Transdutores

Os transdutores terão sinal de saída de 04 a 20 mA, sendo o mesmo isolado da alimentação e da massa do transdutor. Os transdutores serão alimentados em 125 Vcc e serão para uma carga mínima variável de 1.000 ohms.

Especificamente para os indicadores de posição, os mesmos deverão ser ligados a um transmissor contínuo com saída digital em código BCD.

e) Relés

Os relés funcionarão sem ruído ou vibração e levarão o número de contatos necessários para assegurar suas funções.

f) Relés de Proteção

A CONTRATADA definirá as características construtivas dos aparelhos que julgar mais apropriadas. Para fixá-las, a CONTRATADA levará em conta os seguintes elementos:

- os relés de proteção serão colocados no interior dos quadros;
- os relés serão protegidos contra a corrosão e umidade;
- cada relé conterá um esquema, gravado internamente, indicando as referências dos terminais;
- as escalas de regulação serão visíveis do exterior sem que se necessite desmontar parte do relé. A regulação poderá ser feita quando o relé estiver em serviço, sem risco de provocar seu funcionamento indevido.

f.1) Relés Intermediários

O funcionamento das relés auxiliares ou intermediários será assegurado para uma tensão de alimentação, podendo variar de + 10% de sua tensão nominal em c.a. + 10% e -20% da tensão nominal em c.c.. Os relés terão vida mecânica de 10 milhões de operações. Os contatos terão vida útil, com corrente nominal, igual a 100.000 operações.

3.8 Aterramento

Todos os motores, botoeiras, caixas de ligação, quadros, luminárias e outros equipamentos elétricos terão suas partes metálicas solidamente aterradas.

O aterramento será feito na rede de terra geral.

3.9 Proteção Contra Umidade e Aquecimento

Os quadros e os aparelhos elétricos serão previstos com recursos que evitem a condensação e aquecimento prejudiciais ao bom funcionamento e ao tempo de duração do equipamento.

4 . SOLDA ELÉTRICA

4.1 Qualificação dos Soldadores

A CONTRATADA será responsável pela qualidade dos trabalhos de soldagem. Todos os soldadores que trabalharão nos equipamentos estarão qualificados segundo a Norma ASME, Seção IX, por um organismo oficial (Bureau Veritas, Lloyd's Register) ou entidades equivalentes,



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

ou ainda pela própria CONTRATANTE. Se, não importando qual a fase do serviço, o trabalho que um soldador for contestado, tal soldador passará por um novo teste de qualificação, de maneira a determinar sua aptidão a executar o tipo de trabalho para o qual estava qualificado.

Todas as despesas dos testes de qualificação correrão por conta da CONTRATADA, inclusive o fornecimento dos corpos de prova e os eletrodos necessários.

Os corpos de prova serão dos mesmos materiais que serão utilizados para a execução do equipamento ou equivalentes segundo a norma ASME. A técnica de soldagem será a mesma a ser utilizada na execução do equipamento. Os eletrodos serão idênticos aos especificados para a execução do equipamento.

4.2 Preparação das Soldas

As peças a serem unidas por soldagem serão cortadas cuidadosamente nas dimensões previstas e, conforme o caso, calandradas no raio certo, de acordo com as dimensões indicadas nos desenhos.

As arestas de cada peça serão chanfradas, seja por oxiacetileno, esmerilhamento, eletrodo de carvão ou usinagem, de acordo com o tipo de peça e o tipo de solda, a fim de permitir uma melhor penetração.

As superfícies cortadas apresentarão um metal são e isento de qualquer defeito causado pela laminação, chanfragem ou outro qualquer. As superfícies das chapas à soldar serão isentas de todo o traço de ferrugem, graxa ou qualquer outro material estranho.

4.3 Soldagem

Os serviços de soldagem na Fábrica e na Obra, deverão ser executados com a melhor técnica e de acordo com as Normas TB-2, MB-168 e NB-262, da ABNT, ou equivalente.

Para as soldas efetuadas por arco elétrico, os eletrodos serão revestidos ou será usada técnica onde o ar não entre em contato com o metal fundido. Máquinas automáticas podem ser utilizadas, adotando-se procedimentos de controle corretos.

As soldas não serão executadas sobre superfícies úmidas ou durante períodos de fortes ventos, a menos que o soldador e as peças estejam protegidas convenientemente.

Após a execução das soldas, as mesmas serão limpas de toda a escória e respingos, devendo apresentar superfícies uniformes, lisas, isentas de quaisquer porosidades ou inclusões de escórias, conforme norma adotada.

4.4 Eletrodos

Os eletrodos serão convenientemente escolhidos pelas suas características de corrente elétrica, material e processo de solda.

A estocagem dos eletrodos será feita em estufa, com controle de temperatura, de acordo com as especificações do fabricante dos mesmos, a fim de evitar qualquer dano ou deterioração.

Para soldas bimetálicas, os eletrodos serão escolhidos também através de testes feitos com pedaços das peças a serem unidas pela solda.

5 . INSPEÇÃO MECÂNICA

5.1 Ensaios Destrutivos

Antes da retirada de qualquer testemunho ou apenso, os mesmos serão numerados e autenticados pela CONTRATANTE. Esta numeração e autenticação permanecerão unidas aos corpos de prova até o momento de serem realizados os ensaios.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Os ensaios de tração obedecerão às exigências da Norma NBR-6152 e os de dobramento à Norma NBR-6153, ambas da ABNT, ou equivalente.

a) Ensaios Mecânicos

– Chapas e Perfilados

Serão feitos ensaios de tração e dobramento por amostragem, limitados a 5% da quantidade de chapas do lote apresentada, a critério da CONTRATANTE, mesmo que a CONTRATADA tenha apresentado à CONTRATANTE os Certificados de Ensaios Químicos e Mecânicos emitidos.

Cada amostra será suficiente para tirar três corpos de prova para tração e três corpos de prova para dobramento.

De cada amostra serão retirados inicialmente: um corpo de prova para ensaio de tração e um corpo de prova para ensaio de dobramento.

Se o ensaio de tração for insatisfatório, serão ensaiados os outros dois corpos de prova à tração.

Nos casos em que um dos dois últimos corpos de prova ensaiados apresentar resultados insatisfatórios, as chapas dessa corrida serão rejeitadas.

Procedimento análogo se aplica para os corpos de prova ensaiados ao dobramento lateral.

O custo destes ensaios será suportado pela CONTRATADA. Quando o resultado dos ensaios mecânicos de um material apresentar características abaixo daquelas especificadas pela Norma correspondente, as demais chapas da mesma corrida da amostra serão rejeitadas. Caso a CONTRATADA queira reapresentar as chapas desta corrida rejeitada, deverá comprovar com ensaios complementares a sanidade de cada chapa dessa mesma corrida.

A CONTRATANTE terá ainda o direito de exigir, para cada ensaio com resultado insatisfatório, um ensaio suplementar em amostra tirada de outra corrida do mesmo lote.

O custo destes ensaios complementares será igualmente suportado pela CONTRATADA.

– Fundidos

Antes de se mandar executar os trabalhos de fundição, serão definidas no roteiro de ensaios e inspeções as peças principais que se submeterão a ensaios físicos e químicos, os quais serão presenciados pela CONTRATANTE. Se o corpo de prova for fundido junto com a peça, o seu desenho mostrará o lugar de onde eles serão retirados.

Será aceita a alternativa de se fundir dois corpos de prova por corrida, separadamente das peças, sendo feita a identificação dos corpos de prova com as peças, por análise química, devendo a CONTRATADA comunicar à CONTRATANTE o momento em que serão efetuadas as corridas para que a CONTRATANTE possa presenciá-las. A CONTRATADA inspecionará as peças antes da usinagem.

As propriedades químicas serão comprovadas através de apresentação dos respectivos Certificados de Material, fornecidos pela CONTRATADA. Para as peças fundidas, a CONTRATANTE, a seu critério presenciará ou não os ensaios na dependência do mesmo.

A estrutura das peças fundidas será homogênea e isenta de qualquer impureza não metálica.

Se nos pontos críticos das seções de uma peça fundida houver demasiada concentração de impurezas ou de elementos de liga, a peça será refugada.

As falhas e outros defeitos que se revelarem quando da limpeza das peças fundidas ou durante uma operação de usinagem, serão cuidadosamente raspadas até atingir-se o metal são, antes de qualquer conserto. Não será feito nenhum reparo nas peças fundidas sem a prévia aprovação da CONTRATANTE, exceto em casos de pequenas inclusões ou defeitos que não comprometam as características da peça, podendo, neste caso, a CONTRATANTE aceitar ou



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

não as peças reparadas. O enchimento de defeitos de fundição será executado por soldadores altamente qualificados e segundo as melhores técnicas de soldagem. Qualquer peça fundida que precisar de enchimento em qualquer etapa de fabricação, após o primeiro recozimento, será submetida a novo tratamento de recozimento, salvo indicações em contrário. Não serão aceitos enchimentos em bandas de rodagem.

– Cabos de Aço

Deverão ser fornecidos Certificados de fabricantes e feitos ensaios de tração sempre que a CONTRATANTE julgar necessário.

– Soldas

Serão feitos ensaios de tração e dobramento de corpos de prova, em apenso às soldas (cordões de topo).

O número de apensos será definido em comum acordo entre CONTRATANTE e CONTRATADA, após o detalhamento do projeto.

As dimensões de cada apenso serão suficientes para tirar três corpos de prova para tração e três corpos de prova para dobramento (ou seis no sentido transversal da solda). De cada apenso serão ensaiados um corpo de prova à tração e outro a dobramento lateral. Se o resultado do ensaio de tração for insatisfatório, serão ensaiados os outros dois corpos de prova à tração.

Nos casos em que um dos dois últimos corpos de prova ensaiados apresentar resultados insatisfatórios, a solda será rejeitada.

Procedimento análogo se aplica aos corpos de prova ensaiados a dobramento lateral.

Dos tambores de enrolamento dos cabos de aço deverão ser tirados corpos de prova para tração e dobramento das extremidades das soldas de topo.

Deverão ser tirados dois corpos de prova, de cada um dos elementos estruturais (solda de topo); o local de retirada desses corpos de prova deverá ser onde a solda é mais solicitada.

A não aceitação dos corpos de prova implicará na rejeição, por parte da CONTRATANTE, dos cordões de solda que deram origem aos mesmos. Antes da remoção dos cordões rejeitados serão preparados novos apensos, com o mesmo material base e soldados com o mesmo tipo de eletrodo utilizado para os cordões rejeitados. Esses novos apensos serão soldados nas extremidades dos cordões a serem corrigidos, sendo então realizada a remoção dos cordões rejeitados, juntamente com os novos apensos. Os novos cordões serão então executados e os ensaios repetidos.

Os ensaios de tração serão considerados satisfatórios quando o corpo de prova ensaiado apresentar limite de resistência à tração enquadrado no seu caso próprio abaixo:

- Para soldas que unem dois metais idênticos, o limite de resistência à tração do corpo de prova deve ser igual ou maior ao limite de resistência à tração mínima do material base, especificado por Norma aceita pela CONTRATANTE.
- Para chapas, perfilados, fundidos e cabos de aço, o limite de resistência à tração do corpo de prova deve ser igual ou maior que o limite de resistência mínimo do material que deu origem ao corpo de prova, especificado por Norma aceita pela CONTRATANTE.
- Para soldas que unem metais diferentes, o limite de resistência à tração do corpo de prova deve ser igual ou maior que o limite de resistência mínimo do material base que apresente menor resistência à tração, especificado por Norma aceita pela CONTRATANTE.
- Para soldas calculadas com resistência à tração menor que a do metal base, o limite de resistência à tração do corpo de prova deve ser igual ou maior que o limite de resistência à tração do metal da solda, especificado por Norma aceita pela CONTRATANTE.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- Em qualquer caso de solda, quando o corpo de prova se rompe no metal base, fora da solda ou exteriormente à linha de fusão, o ensaio será aceito somente quando o limite de resistência do corpo de prova for igual ou maior que o limite de resistência mínimo do material base que apresente menor resistência à tração, especificado por Norma aceita pela CONTRATANTE.

Os ensaios de dobramento serão considerados satisfatórios quando o corpo de prova ensaiado atender as exigências da Norma NBR-6153 da ABNT.

b) Análise Química

Em aços inoxidáveis e outros materiais resistentes à corrosão, será feita análise química por amostragem, a critério da CONTRATANTE, para verificação dos certificados.

O custo desta análise será suportado pela CONTRATANTE, desde que a CONTRATADA tenha apresentado o Certificado dos Ensaio Químicos desses materiais.

As propriedades químicas de fundidos, chapas e perfilados serão comprovadas através da apresentação dos respectivos certificados de material fornecidos pela CONTRATADA.

5.2 Ensaio Não Destrutivos

a) Serão Submetidos a Ensaio de Dureza

Rodas, roldanas, coroas dentadas, eixos, engrenagens, aços especiais travessas, ganchos, cruzetas, elastômeros, caminhos de rolamento, polias de freio, tambores de cabo de aço, buchas e parafusos de alta resistência.

b) Serão Ensaio por Ultra-Som:

– Chapas

100% das chapas, em sua torna de matéria-prima, de espessura igual ou superior a 19 mm, segundo a Norma ASTM A435 ou AFNOR PN-A04-305.

– Peças Fundidas e/ou Forjadas

Rodas, eixos de rodas, eixos de grande responsabilidade estrutural, ganchos, travessas do moitão, porca do gancho, engrenagens, etc.

c) Serão ensaiados por líquido penetrante ou partícula magnética, conforme definido no Roteiro de Inspeção:

Soldas: em 100% dos cordões de solda bimetálicas e os cordões de solda estruturais (de ângulo).

Chanfros para soldas na Obra.

Rodas: na pista de rolamento e face interna dos cubos, após usinagem final e tratamento térmico, quando existente.

Eixos, engrenagens, rodas dentadas de guinchos: após usinagem final e tratamento térmico, quando existente.

Ganchos, travessas, eixos de roldanas, eixos de grande responsabilidade estrutural: após usinagem final e tratamento térmico, quando existente.

As peças acima serão rejeitadas se após o ensaio apresentarem trincas ou porosidades acima do permitido na Norma ASME ou outra aplicável. As partes rejeitadas serão reparadas e novamente submetidas aos ensaios aplicáveis desta seção. Dependendo da extensão ou do tipo do defeito, poderá haver refugo da parte defeituosa.

d) Controle das Soldas



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Serão exigidos os seguintes controles de acordo com as classes de solda que deverão ser definidas nos desenhos de projeto, aprovados pela CONTRATANTE.

- Classe 1
 - 100% ultrassom ou radiografia
 - 100% partículas magnéticas ou líquido penetrante
 - 100% visual/dimensional
- Classe 2
 - 30% ultrassom ou radiografia
 - 30% partículas magnéticas ou líquido penetrante
 - 100% visual/dimensional
- Classe 3
 - 20% partículas magnéticas ou líquido penetrante
 - 100% visual/dimensional
- Classe 4
 - 100% visual/dimensional
- Estanques e Bimetálicas
 - 100% líquido penetrante ou testes de estanqueidade.

Os critérios de aceitação serão conforme ASME Seção VII, e os métodos de ensaios conforme ASME Seção V.

Todos os controles descritos, após o último tratamento térmico.

Em caso de defeito será aumentada a porcentagem do controle, conforme ASME Seção VIII - UW52.

O local de amostragem será definido pelo inspetor por ocasião do ensaio.

5.3 Espessura de proteções Superficiais

- Cromação e outros processos similares: verificação da camada, através de medidor magnético (elcômetro) ou outro aparelho indicado. As peças que não apresentarem a espessura recomendada no projeto serão rejeitadas.
- Pintura: a demão de pintura básica será verificada antes da aplicação da demão de acabamento. Será utilizado medidor magnético (elcômetro). A espessura final da pintura será conforme indicado nestas CONDIÇÕES TÉCNICAS, e se não for atingida, será rejeitada. A verificação da pintura básica e de acabamento somente será feita após decorrido o tempo necessário à cura da tinta, especificado pelo fabricante, devendo ser controlado na presença da CONTRATANTE, além da espessura total da aderência da película seca, conforme as normas aplicáveis.

5.4 Verificações Dimensionais e de Acabamento Durante a Fabricação

a) Partes Estruturais

Antes da montagem dos componentes mecânicos e após eventuais correções e aprovação das soldas, após o tratamento térmico e usinagem final, as partes estruturais serão submetidas a verificação dimensional completa e verificação de acabamento de usinagem.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

b) Elementos Mecânicos

Os seguintes elementos mecânicos serão submetidos à inspeção dimensional de acabamento, após usinagem final, após tratamento térmico e antes de qualquer montagem em 100% dos lotes:

- Rodas e eixos de pontes rolantes e pórticos rolantes (inclusive dos carros)
- Eixos de truques e balancins de pórticos e pontes (inclusive dos carros)
- Tambores de dispositivos de levantamento (as espessuras ao longo das circunferências e do comprimento deverão ser verificadas por ultra-som, caso não seja possível verificar por outros meios).
- Eixos de tambores dos dispositivos de levantamento.
- Cabos de aço (dimensões e formação).
- Buchas
- Polias de freios
- Ganchos para suspensão de cargas

Os demais elementos mecânicos, tais como roldanas, eixos de pequena responsabilidade, travessas, engrenagens, caixa de redutores, parafusos, chumbadores, etc, após a usinagem final e antes de qualquer montagem, deverão ser inspecionados dimensionalmente por amostragem, a critério da CONTRATANTE.

c) Conjuntos Montados

Deverão ser submetidos à inspeção dimensional após montados, todos os conjuntos e subconjuntos no que tange:

- bitolas e paralelismo das rodas;
- alinhamento de mecanismo e estruturas;
- dimensões externas do equipamento;
- altura do equipamento;
- aproximação dos ganchos;
- montagem dos equipamentos;
- localização dos coletores;
- localização da lubrificação centralizada e pontos de lubrificação;
- locação dos redutores de velocidade no que tange ao respiro, bujão de drenagem e dados de placa.

d) Peças Sobressalentes

Todas as peças sobressalentes, além dos ensaios destrutivos e não destrutivos aplicáveis, definidos nos subitens 5.1 e 5.2 desta Seção, serão submetidos à verificação dimensional completa e a ensaios de funcionamento, quando necessários.

O critério de amostragem será de acordo com as Normas MIL- STD-105D, ou a critério da CONTRATANTE.

Quando uma peça for rejeitada ou refugada na inspeção por amostragem, penaliza-se todo o lote. Neste caso, a CONTRATADA fará a separação necessária das peças defeituosas, apresentando-as novamente para inspeção da CONTRATANTE.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

- e) Sendo encontradas peças discordando das tolerâncias e dimensões do projeto, as mesmas deverão ser identificadas e serão rejeitadas ou refugadas.

5.5 Tratamento Térmico para Alívio de Tensões

Deverá ser verificado o tratamento térmico das seguintes estruturas:

- carcaça dos redutores;
- estrutura do carro;
- tambores do cabo de aço;
- engrenagens soldadas;
- roldanas soldadas;
- vigas cabeceiras e truques.

5.6 Componentes Básicos

Todos os ensaios definidos no item 5 desta Seção serão realizados, quando aplicáveis.

Sempre que previstos, os equipamentos relacionados serão submetidos, no mínimo, aos ensaios descritos a seguir:

a) Redutores

- redutores padronizados adquiridos de terceiros. Caso seja solicitado pela CONTRATANTE, a CONTRATADA deverá abrir esses redutores para serem realizados os ensaios e as inspeções indicadas acima.

b) Freios de Sapatas ou Discos

- deverá ser verificada a altura livre entre a cabeça do rebite e a superfície de frenagem. Esta altura livre deverá ser de aproximadamente metade da espessura da lona.

Para os freios comandados eletricamente, deverá ser verificado o número de operações por minuto.

c) Molas

- Levantamento da Curva Característica

As molas de grande responsabilidade, antes de se levantar a curva característica, deverão ser deixadas sob tensão máxima admissível durante 48 horas.

d) Acoplamentos

- deverá ser verificado o tipo e tamanho

e) Rolamentos

- deverá ser verificado o tipo e tamanho

6 . INSPEÇÃO ELÉTRICA

6.1 Generalidades

Cada tipo de parte de equipamento (quadros, barras, disjuntores, aparelhos de medição, cabos, motores, relés, aparelhos diversos) será submetido na fábrica aos ensaios de rotina, de conformidade com as Normas dos equipamentos correspondentes, na presença da CONTRATANTE.

Para equipamentos nacionais, os ensaios serão realizados nas dependências do fabricante.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

6.2 Quadros e Circuitos de Distribuição e Comando

Serão fornecidos à CONTRATANTE os relatórios dos ensaios de precisão e funcionamento na fábrica, dos diversos aparelhos incluídos nos quadros.

Os quadros completos serão ensaiados na fábrica da CONTRATADA, quando houver, na presença da CONTRATANTE, quanto ao seu comportamento dielétrico e funcionamento.

As condições nas quais se realizarão os ensaios dielétricos são as definidas pelas Normas aplicáveis.

6.3 Detetores de Temperatura

Ensaio de cada detetor, por meio de um dispositivo que reproduza as variações de temperatura e sua faixa de funcionamento.

6.4 Ensaios Dielétricos nas Fiações

Conforme as normas aplicáveis

6.5 Aparelhos de Proteção, Relés

A CONTRATADA fornecerá os Certificados de Ensaios de Rotina, emitidos pelo fabricante, os quais a CONTRATANTE poderá presenciar.

6.6 Motores

Serão realizados os ensaios de tipo, de rotina, definidos pela Norma NBR-5383 da ABNT, na primeira unidade, para cada tipo de motor. Para os demais motores deverão ser realizados os ensaios de rotina. A CONTRATANTE poderá aceitar, a seu critério, os certificados de ensaios de tipo de motores padronizados, apresentados pela CONTRATADA.

A CONTRATANTE presenciará todos os ensaios previstos.

CT.5 - PROTEÇÃO E PINTURA

1 . OBJETIVO

Estas CONDIÇÕES TÉCNICAS tem como objetivo definir as condições de proteção e pintura referentes aos equipamentos de levantamento.

Nos casos em que houver conflito de uma determinada condição, prevalecerá a condição especificada nas CONDIÇÕES TÉCNICAS do equipamento em questão.

2 . GENERALIDADES

Este fornecimento inclui a pintura de fundo e acabamento de todos os componentes dos equipamentos de levantamento.

A pintura de todo o material elétrico (motores, caixas de resistência, etc.) e da parte interna dos reservatórios de óleo, deverão seguir os esquemas usualmente empregados para estes equipamentos, desde que, aprovados pela CONTRATANTE e nas cores previstas no item correspondente das CONDIÇÕES TÉCNICAS do equipamento em questão e conforme item 10 desta Seção.

Todos os materiais ou superfícies que, pela sua natureza ou função, não devam sofrer a ação de abrasivos e/ou pintura, deverão ser convenientemente protegidos, desde que sejam contíguos às superfícies sujeitas à ação desses agentes.

As partes internas das vigas-caixão, que tenham contato com o ar, deverão ser convenientemente protegidos contra corrosão.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

No caso do barramento de alimentação dos aparelho de levantamento não utilizar barras de cobre como meio condutor, as superfícies de contacto elétrico deverão ser protegidos por tinta condutora anti-oxidante, de boa resistência ao atrito.

Os equipamentos deverão ser protegidos contra a entrada de abrasivos ou pó nas partes delicadas.

Os equipamentos removíveis deverão ser desligados e removidos, a fim de permitir a limpeza e pintura de superfícies contíguas.

As superfícies dos equipamentos embutidos no concreto, tais como: trilhos, peças fixas, etc. não deverão ser pintadas.

Todas as superfícies usinadas, que não serão pintadas, após a limpeza e secagem deverão ser protegidas com uma aplicação de compostos anti-corrosivos do tipo verniz, óleo ou graxa. Na fase de montagem do equipamento, tais proteções deverão ser facilmente removíveis por meio de solventes apropriados.

Tanto a limpeza como a aplicação da pintura, inclusive a espessura da camada, deverão estar rigorosamente de acordo com estas CONDIÇÕES TÉCNICAS.

A pintura de acabamento ou proteção de qualquer parte do equipamento somente deverá ser aplicada após realizada a Inspeção definida no item 5.3 da "CT.3 - Fabricação e Inspeção", apresentada neste Volume.

Após 24 horas (vinte e quatro horas) da aplicação da última demão da tinta de acabamento deverá ser executado o teste de aderência, conforme item 5.3 da "CT-3 -Fabricação e Inspeção", apresentada neste Volume.

3 . LIMPEZA

A limpeza e pintura deverão ser programadas de modo a evitar que a poeira ou outros contaminantes de limpeza venham a se depositar sobre superfícies recentemente pintadas.

3.1 Inspeção Visual

Deverá ser feita uma rigorosa inspeção visual em toda a superfície a pintar. Deverão ser demarcados os pontos que apresentarem vestígios de óleo, graxa ou gordura e anotado o grau de corrosão em que se encontra (A, B, C, ou D segundo a norma sueca SIS.05.5900-1967).

3.2 Preparo da Superfície

Deverá ser efetuada a limpeza com solventes apenas nas regiões onde, durante a inspeção visual, constatar-se vestígios de óleo, graxa ou gordura. A remoção desses contaminantes deverá ser feita friccionando-se a superfície com panos limpos ou escovas embebidas em aguarrases minerais. A limpeza final deverá ser feita com solvente e panos ou escovas limpas.

Deverá ser aplicado jateamento ao metal quase branco em toda a superfície a pintar até atingir o grau Sa 2 1/2 da Norma SIS.05.5900-1967.

Caso a superfície se apresente excessivamente coberta com escamas de ferrugem, deverá ser empregado o processo de remoção por meio de ferramentas de impacto (escovas de arame de aço) ou por meio de ferramentas mecânicas (lixadeiras ou esmerilhadeiras), antes da limpeza final com jato abrasivo.

3.3 Preparo das tintas

O preparo das tintas deverá seguir rigorosamente as instruções do fabricantes das mesmas.

Todos os componentes deverão ser bem misturadas, antes da aplicação, não devendo apresentar decantação nos recipientes durante a aplicação.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

4 . APLICAÇÃO DE PINTURA

A pintura deverá ser aplicada nas superfícies preparadas e livres de umidade. As superfícies preparadas não poderão ser tocadas, a não ser com proteção de luvas limpas.

Arestas, cantos, pequenos orifícios (fichas), emendas, juntas, soldas, rebites e outras irregularidades de superfícies deverão receber especial tratamento, de modo a garantir que elas adquiram uma espessura adequada de pintura.

As superfícies pintadas não deverão apresentar falhas, poros, escorrimentos, pingos, rugosidades, ondulações, trincas, marcas de processo de limpeza, bolhas, bem como variações na cor, textura e brilho. A película deverá ser lisa e de espessura uniforme.

Sempre que houver paralização dos serviços, a sua continuidade posterior deverá ser feita com uma superposição mínima de 220 mm.

Cada demão de tinta deverá estar suficientemente seca e no estado de cura apropriado antes de receber a demão subsequente. Antes de uma nova demão de tinta, a superfície já pintada deverá estar limpa de toda a poeira, óleo ou graxa ou quaisquer resíduos e inteiramente isentas de água ou umidade, de modo a permitir a perfeita aderência entre as diversas camadas de tintas.

4.1 Condições Ambientais

Não deverá ser feita nenhuma aplicação de tinta quando a temperatura do ar for inferior a 5°C.

Não deverá ser aplicada tinta em superfície de aço cuja temperatura seja inferior a 3°C acima do ponto de orvalho.

Não deverá ser aplicada tinta em superfície de aço cuja temperatura seja superior a 50°C.

Não deverá ser aplicada tinta em tempo de chuva, nevoeiro ou bruma, ou quando a unidade relativa do ar estiver acima de 85%.

Toda peça a ser pintada deverá estar devidamente protegida da ação dos raios solares.

As condições do local definido para a pintura estarão sujeitas à autorização da CONTRATANTE.

4.2 Pintura em Superfícies Sujetas à Intempérie ou Eventualmente Submersas em Água

A primeira demão de tinta de fundo deverá ser aplicada, se possível, imediatamente após o jateamento, porém, em nenhuma hipótese após decorridas mais de 6 horas e antes que se note qualquer sinal de oxidação.

a) Tinta de Fundo

Deverá ser utilizada a "Tinta de Fundo Epoxi-óxido de Ferro" conforme especificação N 1202c da Petrobrás.

Deverá ser aplicada, uma demão de tinta de fundo nos pontos críticos (arestas, cantos vivos, rebites, parafusos e cordões de soldas na espessura seca de, aproximadamente, 35 (trinta e cinco) micra.

Após no mínimo 1 hora de pintura dos pontos críticos, mas ainda dentro do prazo mínimo de 6 horas após o jateamento, deverá ser aplicado, sobre toda a superfície, inclusive sobre os pontos já pintadas, uma demão de tinta de fundo na espessura total seca de 35 (trinta e cinco) micra.

Após 24 horas da aplicação da primeira demão da tinta de fundo deverá ser repetida a aplicação sobre os pontos críticos conforme parágrafos acima.

Após no mínimo 24 horas da aplicação sobre os pontos críticos, deverá ser aplicada a segunda demão de tinta de fundo sobre toda superfície, inclusive sobre os pontos críticos resultando no mínimo uma espessura seca de 70 (setenta) micra.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

b) Tinta de Acabamento

Deverá ser utilizada a “Tinta Acrílica à Base de Solventes Orgânicos”, conforme a especificação N 1197b da Petrobrás.

Após 16 horas da aplicação da última demão da tinta de fundo deverá ser aplicada, uma demão de tinta de acabamento, na espessura mínima de 30 (trinta) micra.

Após 16 horas da aplicação da primeira demão, deverá ser repetida a aplicação da tinta de acabamento. A tinta de acabamento deverá ser aplicada preferencialmente com pistola convencional ou “airless”.

4.3 Pintura em Superfícies Internas ou Abridadas

A primeira demão da tinta de fundo deverá ser aplicada, se possível, imediatamente após o jateamento, porém, em nenhuma hipótese após decorridas mais de 6 horas, e antes que se note qualquer sinal de oxidação.

a) Tinta de Fundo

Deverão ser aplicadas, a pincel, 2 demãos de tinta de fundo sintética à base de cromato de zinco e óxido de ferro, na espessura seca mínima de 35 (trinta e cinco) micra por demão, com intervalo de 24 horas entre demãos.

b) Tintas de Acabamento

Após 24 horas de aplicação da última demão do fundo anti-corrosivo, deverão ser aplicadas, a pincel ou pistola, 2 demãos do esmalte sintético alquídico brilhante, na espessura seca mínima de 30 (trinta) micra por demão, com intervalos de 24 horas entre demãos.

Terminada a pintura de acabamento, a espessura total seca do esquema completo deverá ser de no mínimo de 130 (cento e trinta) micra.

4.4 Chapas Metálicas dos Quadros de Material Elétrico

a) Limpeza e Tratamento

Deverá ser feita a decapagem de chapas e suportes até o metal branco, por meio de jateamento, eliminando-se toda a ferrugem. Todos os cantos, dobras e locais de difícil acesso, deverão ser cuidadosamente jateados.

Após desengraxamento, deverá ser feita zincagem em todas as chapas e suportes até que seja obtida a espessura média de 90 (noventa) micra. Esta zincagem deverá ser feita, imediatamente após o jateamento.

Tratamento de chapas por fostatizações, também será aceito.

b) Tinta de Fundo

Deverá ser aplicada uma ou mais camadas de “Wash primer” para melhorar a aderência das tintas de acabamento na espessura de 10 (dez) micra.

Deverá ser aplicada um ou mais demãos de tinta de fundo conforme Especificação N 1202c da Petrobrás - “Tinta de Fundo Epoxi- óxido de Ferro”, na espessura seca de 70 (setenta) micra.

Todos os riscos e depressões deverão ser eliminados até que seja conseguida uma superfície perfeitamente lisa.

c) Tinta de Acabamento

Deverá ser usada a “Tinta Acrílica a Base de Solventes Orgânicos”, conforme a Especificação N 1197b da Petrobrás, na espessura mínima de 35 (trinta e cinco) micra.



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

Após 16 horas da aplicação da primeira demão, deverá ser aplicada uma segunda demão, de maneira que a espessura total do esquema acabado seja de, no mínimo, 140 (centro e quarenta) micra.

5 . OUTROS TIPOS DE PROTEÇÃO

Dependendo da peça, serão aplicados outros tipos de proteção, tais como: metalização, zincagem a quente, cromeação, cadmiagem etc. Cada um destes processos será indicado, para os casos aplicáveis, nos respectivos desenhos, sendo portanto, sujeitos à aprovação da CONTRATANTE.

Salvo especificado em contrário, os parafusos e arruelas planas e de pressão, previstos nos equipamentos sujeitos às interpéries, deverão ser zincados a quente de acordo com a Norma ASTM A153, Classe C, ou galvanizados.

6 . CUIDADOS COM AS SUPERFÍCIES PINTADAS

Peças que tenham sido pintadas não deverão ser manuseadas ou trabalhadas até que a película esteja totalmente seca e dura.

Antes da montagem final, todas as peças pintadas deverão ser estocadas fora do contato direto com o solo, de tal maneira e locação que seja evitada a formação de águas estagnadas.

Sempre que se torne necessário manter a integridade da película de pintura, qualquer contaminação ou deterioração da mesma deverá ser removida, fazendo-se, em seguida, a repintura ou retoque com a tinta especificada.

7 . SUPERFÍCIES EM CONTATO

Se existir contato entre superfícies ferrosas e outras partes de composição química similar, por meio de rebites ou parafusos, tais superfícies não deverão ser, obrigatoriamente, pintadas.

Sempre que uma diferença pontencial possa se estabelecer entre superfícies metálicas de composições químicas diferentes, em contato por rebites ou parafusos, cada uma das superfícies em contato deverá ser limpa, pré-tratada e dada uma demão de tinta de fundo, tudo conforme especificado para o caso particular dos metais envolvidos.

Superfícies de contato metálico, formada por parafusos de alta resistência em conexões do tipo de fricção, não deverão ser pintadas. Sempre que uma superfície não metálica deva estar em contato rebitado ou parafusado com uma superfície metálica a superfície de contato do metal deverá ser limpa e dadas 3 (três) demãos de tinta de fundo especificada.

8 . INSPEÇÃO E TESTES

A seu critério, a CONTRATANTE fiscalizará os serviços no que diz respeito à limpeza das superfícies, preparação das tintas e aplicação de cada demão verificando as exigências dos fabricantes e destas especificações.

Entre os testes a serem executados serão verificadas, a espessura da película e aderência da tinta.

9 . RENDIMENTO

A área efetiva da superfície coberta por galão de tinta não deverá exceder aquela definida pelo rendimento prescrito para tinta empregada.

A espessura mínima da película seca deverá ser aquela especificada no item 4 destas "CONDIÇÕES TÉCNICAS".

10 . CORES

Os equipamentos de elevação serão pintados obedecendo os seguintes padrões:



Transposição de Águas do Rio São Francisco - Projeto Básico

COR	CÓDIGO MUNSELL
Preta	N-1
Amarelo	5Y 8/12
Laranja	2,5 YR 6/14
CinzaClaro	N - 6,5
Cinza Escuro	N - 3,5

As cores dos equipamentos obedecerão, além disso, às determinações da CONTRATANTE para cada parte do equipamento.

11 . RETOQUES

Para todo o equipamento que tenha sido especificado com um esquema de pintura que inclui pintura de acabamento na Fábrica, a CONTRATADA fornecerá , junto com cada unidade entregue FOB-Fábrica, as tintas base “Primers” e as tintas de acabamento necessárias para retocar a pintura eventualmente danificada nas operações de transporte, montagem e instalação.

A quantidade das tintas de retoque será aproximadamente igual a 5% (cinco por cento) do total de cada tinta requerida para a pintura completa de cada unidade do equipamento.

12 . ESPECIFICAÇÃO DAS TINTAS

As tintas a serem utilizadas para a pintura deverão atender ao acima especificado.

A CONTRATADA deverá fornecer à CONTRATANTE para aprovação, as respectivas especificações dos fabricantes, antes do início dos serviços de pintura.

Qualquer alternativa proposta pela CONTRATADA deverá ser encaminhada à CONTRATANTE para análise e aprovação. A proposta alternativa somente será considerada quando comparada com a pintura especificada pela CONTRATANTE.