

CONTRATO 066/2010

SERVIÇOS DE CONSULTORIA PARA ELABORAÇÃO E/OU ESTUDOS DE CONCEPÇÃO E PROJETOS
TÉCNICOS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO NA
GRANDE VITÓRIA E NO INTERIOR DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

**AS 096 – ESTUDO E PROJETO PARA DEFINIÇÃO DE UM NOVO LOCAL
PARA INSTALAÇÃO DA ETE DO SES DA CIDADE DE MARECHAL
FLORIANO/ES**



VOLUME 4 - PROJETO ELÉTRICO

TOMO A

MEMORIAL DESCRITIVO, DE CÁLCULO E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Nº CESAN A-063-000-92-6-ME-0001

Cliente:

CESAN
COMPANHIA ESPIRITO SANTENSE DE SANEAMENTO

Codificação Etep:	Codificação CESAN:	Revisão:	Data de Emissão:
0876.ME.096.E.0001	A-063-000-92-6-ME-0001	00	NOVEMBRO/13

**SERVIÇOS DE CONSULTORIA PARA ELABORAÇÃO E/OU ESTUDOS DE
CONCEPÇÃO E PROJETOS TÉCNICOS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE
ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO NA GRANDE VITÓRIA E NO INTERIOR DO
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

**AS AS 096 – ESTUDO E PROJETO PARA DEFINIÇÃO DE UM NOVO LOCAL
PARA INSTALAÇÃO DA ETE DO SES DA CIDADE DE MARECHAL FLORIANO/ES**

VOLUME 4 - PROJETO ELÉTRICO

TOMO A

MEMORIAL DESCRITIVO, DE CÁLCULO E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Emitido por:	Local:
ARCADIS logos S/A	Vitória-ES

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho é parte integrante do Contrato nº. 066/2010, firmado entre a CESAN – Companhia Espírito Santense de Saneamento e a ARCADIS Logos S/A, referente à prestação de serviços de consultoria para elaboração e/ou estudos de Concepção, Projetos Técnicos, em Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário na Grande Vitória e no Interior do Estado do Espírito Santo.

Os serviços foram desenvolvidos em consonância com a Autorização de Serviço Nº096/066/2010 para elaboração de estudo e projeto para definição de um novo local para instalação da ETE do SES da cidade de Marechal Floriano/ES, visando o tratamento de esgoto da Sede, que está em fase de implantação.

O projeto é composto dos seguintes documentos:

VOLUME 1 – ESTUDO DE RELOCALIZAÇÃO

VOLUME 2 – PROJETO HIDRÁULICO

TOMO A – Estação de Tratamento de Esgoto Marechal Floriano - Memorial Descritivo, de Cálculo e Especificações Técnicas.

TOMO B – Desenhos

VOLUME 3 – PROJETO ESTRUTURAL

TOMO A1 – Estação Elevatória de Esgoto (EEB), Base da ETE (UASB), Pré-Tratamento e Casa de Apoio - Memorial Descritivo, Memoria de Cálculo.

TOMO A2 – Leito de Secagem, Ed. Desidratação de Lodo e Laje Suspensa - Memorial de Cálculo.

TOMOS B1 e B2 – Desenhos

VOLUME 4 – PROJETO ELÉTRICO

TOMO A – Memorial Descritivo, de Cálculo e Especificações Técnicas.

TOMOS B1 e B2 – Desenhos

VOLUME 5 – ORÇAMENTO

VOLUME 6 – TOPOGRAFIA

- TOMO A – Descritivo Técnico – Área de terra para Desapropriação para implantação da ETE Marechal Floriano;
- TOMO B – Levantamento planialtimétrico cadastral área de terra de projeto de implantação da tubulação de recalque até a ETE.

VOLUME 7 – PROJETO GEOTÉCNICO

- TOMO A – Laudo de Estabilidade Geotécnica da Área onde será Implantada a ETE de Marechal Floriano/ES.
- TOMO B – Resultados dos Ensaios de laboratório de solos.
- TOMO C – Projeto de Estabilização e Fundações da ETE – Memorial de Cálculo
- TOMO C1 – Projeto de Estabilização e Fundações da ETE - Desenhos.

Esta etapa de trabalho compreende o memorial descritivo, de cálculo e especificações técnicas: **Volume 4 – PROJETO ELÉTRICO.**

A relação de desenhos pertinentes a este projeto encontra-se em anexo.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. ESCOPO	2
3. DIRETRIZES E PARÂMETROS DE PROJETO	2
3.1. Estruturas	2
3.2. Terminais	3
3.3. Cabos	3
3.4. Limpeza e Pintura	4
3.5. Placas de Identificação	4
3.6. Dimensionamento Elétrico dos Equipamentos	5
3.7. Apresentação do Orçamento	5
3.8. Projetos	5
3.9. Elaboração de Projetos Eletromecânicos de Quadro de Comando	6
3.9.1. Diagramas Multifilar e Funcional	6
3.10. Desenho Mecânico	7
3.11. Apresentação dos Projetos Eletromecânicos	8
3.11.1. As vias encadernadas separadamente, deverão conter:	8
3.11.2. Número de Vias	8
3.12. Equipamentos Especiais	9
3.13. Ventilação	9

3.13.1.	Veneziana	9
3.13.2.	Rigidez Mecânica	10
3.13.3.	Exaustores	10
3.14.	Isolamento	10
3.14.1.	Barramentos.....	10
3.14.2.	Identificação dos Barramentos	10
3.14.3.	Diagramas Multifilares.....	10
3.14.4.	Capacidade	11
3.14.5.	Isolamento de Barramentos	11
3.15.	Aterramento	11
3.16.	Parafusos para Fixação dos Componentes	11
3.17.	Porta Documentos	12
3.18.	Selos.....	12
3.19.	Inspeção	12
3.20.	Placa de Identificação da Garantia	14
3.21.	Normas	14
3.22.	malha de aterramento.....	14
3.23.	Operação da ete	23
3.23.1.	Elevatória	23
3.23.2.	Sistema de Exaustão	23

3.23.3.	Controle de Umidade Biofiltro.....	23
3.23.4.	Soprador	24
4.	RELAÇÃO DE DESENHOS.....	25

1. INTRODUÇÃO

O presente memorial trata do Projeto Técnico para implantação da ETE de Marechal Floriano, baseado nos documentos de referência fornecidos pela CESAN, atendendo as observações e informações contidas nestes documentos. O trabalho também incluiu reuniões com a CESAN que contribuíram para as diretrizes do projeto.

Nesta fase do trabalho foram realizados os seguintes serviços:

- Identificação do Projeto;
- Definição dos Parâmetros de Projeto;
- Cálculos Hidráulicos;
- Memorial Descritivo Justificativo;
- Desenhos/Listas de Materiais/Especificações Técnicas.

Como referências foram utilizadas as normas:

- NBR 5410 – Instalações Elétricas de baixa tensão;
- NBR 5419 – Proteção de Estruturas contra descargas atmosféricas;
- NO-PN-03-24-0003-MT – Norma de fornecimento de energia elétrica em tensão primária 15 Kv (EDP-ESCELSA) .

2. ESCOPO

A presente especificação técnica abrange a manufatura, testes e entrega de centros de controle de motores elétricos para acionamento de conjuntos moto bomba, e quadros de distribuição da ETE Marechal Floriano-ES.

Dados básicos dos motores:

- Motor de indução assíncrono trifásico, rotor em gaiola
- Potência (conforme projeto)
- Regime contínuo
- Trifásico
- 2 ou 4 Pólos
- 220V / 60Hz

3. DIRETRIZES E PARÂMETROS DE PROJETO

Todo o equipamento objeto desta especificação técnica deverá ser montado em painel metálico auto-suportável, para instalação abrigada, com blindagem NEMA I, com tratamento e acabamento para clima tropical, temperatura ambiente variável entre 0 e 40oC, próximo ao mar.

Os equipamentos e materiais componentes deverão satisfazer plenamente, em projeto, construção e montagem as exigências das últimas Normas ABNT-NEMA, onde são aplicáveis.

3.1. ESTRUTURAS

Os quadros/ painéis deverão ser de chapa metálica (aço) dobrada bitola 12 USG mínima.

Deverão conter na porta frontal, botoeiras, sinaleiras, horímetros, amperímetros, voltímetros, etc, conforme projeto.

A alimentação de energia, assim como as saídas de força para os motores e controle, serão feitas através da parte inferior dos quadros, portanto deverão ser previstas pelo fornecedor (fabricante), aberturas que possibilitem este tipo de serviço.

3.2. TERMINAIS

Na parte inferior do quadro deverá ser previsto espaço, onde serão instaladas as réguas de bornes para ligação aos condutores externos (entrada e saída de força e controle em baixa tensão). Todas as entradas, saídas e fiações de controle deverão ter identificação.

As réguas de bornes deverão ser providas de ranhuras para fixação de plaquetas de identificação a serem fornecidas pelo fabricante do quadro.

As réguas de bornes deverão ser de plástico moldado com barreiras e com conexões do tipo abertura para fiação e aperto por meio de parafuso apropriado.

As réguas de bornes, deverão comportar uma reserva de 20%.

Terminais de Comando do tipo compressão pino e garfo, isolados, materiais de cobre estanhado, 1,5mm² referência BURNDY ou similar.

Terminais de Força:

- Até a bitola de 6mm² os terminais serão do tipo compressão, pino e olhal, isolados, materiais de cobre estanhado. Não poderão ser utilizados terminais tipo garfo.
- Acima da bitola de 6mm² os terminais serão do tipo compressão, material de cobre estanhado, sem isolamento.

3.3. CABOS

Cabos de Comando e Sinalização:

Deverão ser de cobre flexível, 750V, seção mínima de 1,5mm², na cor preta ou cinza ou vermelha, referência cabinho Noflan Flexível, referência SIEMENS ou similar.

Cabos de Força:

Para os cabos de força com bitola até 10mm² será utilizado cabinho flexível Noflan 750V, referência SIEMENS ou similar, na cor preta ou cinza.

Nos diagramas multifilares os cabos deverão ser identificados usando-se unidade “mm²”.

Os cabos de força deverão ter a mesma capacidade de corrente dos equipamentos que interligam, considerando-se a temperatura de 40 graus centígrados.

Todo equipamento deverá ter fiação completamente executada na fábrica. Não será aceita fiação na obra.

Toda a fiação deverá ser contínua de terminal a terminal sem emendas para qualquer finalidade.

Deverá conter, toda fiação componente do equipamento, identificação através de anilhas numeradas. O material usado na identificação deverá ser permanente e de tipo aprovado.

3.4. LIMPEZA E PINTURA

Antes de iniciar o acabamento, todas as superfícies deverão ser limpas e isentas de ferrugem, graxa, sujeira e outras substâncias que impeçam a adesão do material a ser aplicado.

A pintura final tanto na face interna como na face externa, deverá ser feita na cor cinza Médio Munsell N6.5, após tratamento com duas demãos de tinta anti-oxidante. A pintura deverá ser através de processo eletrostático à base de pó de epóxi, com espessura de 60 Micra na face Interna e Externa.

3.5. PLACAS DE IDENTIFICAÇÃO

O quadro deverá ter placas de identificação principais de 120mm x 70mm, feitas em plástico laminado preto para expor o fundo branco. As plaquetas de identificação secundárias deverão ter dimensões de 60mm x 20mm.

As placas de identificação serão fixadas por parafusos, sendo que fixação com adesivo não será aceita.

As placas internas de identificação do fornecedor (fabricante) também serão fixadas por parafuso.

3.6. DIMENSIONAMENTO ELÉTRICO DOS EQUIPAMENTOS

As chaves seccionadoras, fusíveis de proteção contra curto-circuito, disjuntores, barramentos, cabos, contactores, relés térmicos, amperímetros, voltímetros, transformadores de corrente e de tensão, deverão ser dimensionados pelo fornecedor (fabricante) do quadro, obedecendo às características de funcionamento da partida por rampa de conjunto moto-bomba com motor de indução trifásico, e características constantes dos dispositivos anexos componentes do quadro.

Os amperímetros deverão possuir tamanho 72x72 mm e escala expandida.

A corrente de secundário dos transformadores de corrente será 5A.

3.7. APRESENTAÇÃO DO ORÇAMENTO

Projeto Eletromecânico

Listas Quantitativas de Materiais

3.8. PROJETOS

Após o recebimento do Documento Contratual, o fabricante deverá encaminhar para análise, aprovação e liberação para execução, em duas vias, o projeto eletromecânico, lista de materiais, lista de plaquetas e lista de função dos fusíveis.

O prazo para aprovação dos desenhos, de até 10 (dez) dias, será diluído no prazo de entrega da proposta.

Observamos que a aprovação prévia dos projetos eletromecânicos para execução dos equipamentos, independente do prazo de entrega constante no Documento Contratual.

Sempre que houver necessidade de alterações em projetos eletromecânicos estas serão autorizadas através de ordens por escrito acompanhado de desenhos e/ou especificações.

O fabricante de posse dos desenhos aprovados deverá proceder às alterações solicitadas nos mesmos, pois os quadros de comando fabricados em divergência com os desenhos aprovados, não serão aceitos nem liberados por ocasião da inspeção.

3.9. ELABORAÇÃO DE PROJETOS ELETROMECCÂNICOS DE QUADRO DE COMANDO

3.9.1. Diagramas Multifilar e Funcional

Formato:

A1 - Original em Vegetal

A1 – Arquivo de computador formato DWG editável (sem perda de informação e/ou formatação), no aplicativo Autodesk Autocad 2006

Representação:

Os diagramas de força, comando, proteção e medição deverão ser apresentados com esquema multifilar.

Listas de Materiais e Lista de Plaquetas:

Ambos impressos em papel sulfite tamanho A4 (210 x 297mm)

Listas de Materiais em arquivo de computador (planilha eletrônica) formato XLS editável (sem perda de informação e/ou formatação), no aplicativo Microsoft Excel 2003 e/ou OpenOffice.org Calc.

Lista de plaquetas em arquivo de computador formato DWG editável (sem perda de informação e/ou formatação), no aplicativo Autodesk Autocad 2006

Copiativo:

Papel Vegetal ou Poliéster.

Heliográfico.

Papel Heliográfico.

3.10. DESENHO MECÂNICO

Apresentação

Em escala 1:10, tendo as medidas representadas em “mm”.

“Lay-Out”

Representando a disposição com medidas externas dos componentes dos quadros de comando.

Componentes

Serão feitas tantas vistas e cortes quanto necessário para sua perfeita identificação.

Medidas

Os quadros deverão ter as medidas de altura, largura, profundidades de acordo com os desenhos encaminhados pela CESAN.

Distribuição dos Componentes dos Quadros de Comando

A distribuição dos componentes deverá ser representada e identificada no desenho mecânico e submetida à análise e aprovação.

Formato

A1 - Original em Vegetal

A1 – Arquivo de computador formato DWG editável (sem perda de informação e/ou formatação), no aplicativo Autodesk Autocad 2006

3.11. APRESENTAÇÃO DOS PROJETOS ELETROMECCÂNICOS

Os projetos eletromecânicos deverão ser apresentados como segue:

- Encadernados com grampo macho-fêmea, capa tamanho A4, contendo a seguinte identificação:
- Nome do fabricante.
- Nome do sistema para o qual é destinado o equipamento.
- Equipamento.

3.11.1. As vias encadernadas separadamente, deverão conter:

- Lista de Materiais.
- Lista de Plaquetas.
- Diagrama Multifilar.
- Diagrama Funcional.
- Lista da função dos fusíveis.
- Desenho Mecânico.

3.11.2. Número de Vias

Na aprovação dos desenhos, duas vias completas, por ocasião de inspeção, uma via completa conforme projeto executado, juntamente com todos os arquivos de computador.

Após a inspeção, cinco vias completas, menos lista de plaquetas: uma via do desenho original vegetal do diagrama multifilar, funcional e desenho mecânico, devidamente embalado em plástico tipo lona leve, cor preta, juntamente com todos os arquivos de computador.

Uma via completa dos projetos eletromecânicos, menos lista de plaquetas, deverá ser colocada pelo fabricante, no porta documentos, instalados na parte interna de uma das portas do quadro de comando.

3.12. EQUIPAMENTOS ESPECIAIS

Quando forem instalados equipamentos especiais em quadros de comando após a inspeção, o fabricante deverá entregar:

- a) Catálogos com especificações técnicas.
- b) Diagramas de ligações internas.
- c) Instruções para testes, operação e manutenção.
- d) Relatórios de ensaios.
- e) Todos os itens anteriores em arquivo de computador (formato PDF).

3.13. VENTILAÇÃO

A ventilação de quadros de comando em baixa tensão deverá ser feita com venezianas e micro ventiladores axiais, com filtro.

3.13.1. Veneziana

Veneziana Padrão, tipo 9612, TASCO ou similar.

Quantidades a serem instaladas nos quadros de comando.

- Nas laterais:

1 veneziana inferior, 01 veneziana superior.

- Nas portas:

01 veneziana inferior, 01 veneziana superior.

3.13.2. Rigidez Mecânica

O sistema de ventilação não pode diminuir a rigidez mecânica e o grau de proteção dos quadros de comando.

A vedação das venezianas deverá ser feita com massa para calafetar da 3M ou similar.

3.13.3. Exaustores

Deverão ser utilizados exaustores, no mínimo um para cada módulo do quadro, dimensionados pelo fabricante, a fim de que se tenha um perfeito sistema de ventilação.

3.14. ISOLAMENTO

O grau de proteção para o quadro será IP-54 (instalação abrigada).

3.14.1. Barramentos

Os barramentos deverão ser de cobre eletrolítico e isolados eletricamente entre si e entre as partes metálicas não destinadas a conduzir corrente. A classe de isolamento será compatível com a tensão de serviço. Os barramentos deverão ser retangulares.

3.14.2. Identificação dos Barramentos

Todos os barramentos dos quadros de comando deverão ser totalmente pintados para identificação, nas cores abaixo descritas, sendo que as áreas de conexão deverão ser estanhadas.

- Fase R, na cor vermelha.
- Fase S, na cor azul.
- Fase T, na cor branca.

3.14.3. Diagramas Multifilares

Nos diagramas multifilares, os barramentos deverão ser identificados, usando-se a unidade polegada ou mm, representando-se a largura e espessura.

3.14.4. Capacidade

Os barramentos deverão ter a mesma capacidade de corrente do total do conjunto de equipamentos que interligam, considerando-se a temperatura de 40 graus centígrados.

3.14.5. Isolamento de Barramentos

Será fabricado em Premi-Glass com lã de vidro ou resina Epóxi.

3.15. ATERRAMENTO

A instalação das barras de aterramento nos quadros de comando será feita como segue:

- Instalação nas partes inferiores dos quadros de comando, feitas de cobre eletrolítico e estanhadas.

Tipo de Aterramento

- Barra N:

Ligada ao neutro aterrado da rede da concessionária.

Ligada a ponto de aterramento dos componentes.

Em contato direto, por meio de cabo flexível ou cordoalha de cobre com todas as portas.

Identificada como: N.

- Barra de aterramento dos pára-raios:

Ligada aos pontos de aterramento dos pára-raios.

Identificada como: PRT.

O aterramento dos pára-raios, em cubículos, deverá ser separado da barra N.

As barras deverão ter fácil acesso para as ligações externas.

As barras deverão ser retangulares.

3.16. PARAFUSOS PARA FIXAÇÃO DOS COMPONENTES

Os parafusos para fixação dos componentes deverão ser zincados e bicromatizados em amarelo.

Quando usados parafusos com porcas para fixação, as mesmas deverão ter fácil acesso.

No chassi os parafusos deverão ser fixados sem o uso de porcas.

3.17. PORTA DOCUMENTOS

Todos os quadros de comando deverão ter porta-documentos na parte interna das portas como segue:

Tipo 7116, referência TASCO ou similar.

3.18. SELOS

Nos quadros de comando e nos módulos de cubículos deverá ser aposto um adesivo plástico, com os dizeres: “Antes de energizar este equipamento reapertar as conexões”.

O selo com a marca do fabricante só poderá ser fixado na parte interna da porta dos quadros de comando e cubículos, sendo vedada sua colocação em qualquer das partes externas dos mesmos.

3.19. INSPEÇÃO

A CESAN, caso julgue necessário, poderá inspecionar os serviços contratados, através de seus inspetores, verificando se os itens estão em conformidade com as especificações técnicas e normas elencadas neste documento. Os casos de inconformidade serão avaliados e as medidas cabíveis serão aplicadas.

Seqüência de Atividade de Rotina para Inspeção de Quadros de Comando em Baixa Tensão:

1º - Identificação do Quadro;

Município, Distrito, Documento Contratual. Conforme relatório de inspeção. Conferir se os desenhos da inspeção são idênticos aos desenhos aprovados anteriormente.

2º - Dimensões Mecânicas;

Conferir com trena se as medidas altura, largura, profundidade e furação do rodapé são as mesmas que constam no desenho mecânico, constando de instalação de vedação e de acabamento em obediência as recomendações das Normas Técnicas ABNT-NB-9 e CE 1298.

3º - Pintura;

Conferir com medidor de camadas não ferrosas se a espessura da tinta está conforme especificações técnicas.

4º - Plaquetas de Identificação;

Conferir se as plaquetas acrílicas internas e externas estão em conformidade com o diagrama multifilar, diagrama funcional, e desenho mecânico. Conferir ortografia das gravações.

5º - Distribuição dos Componentes;

Todos os componentes deverão estar instalados no Quadro conforme consta no desenho mecânico.

6º - Materiais;

Os materiais devem ter a mesma característica técnica, marca e quantidade da lista de materiais aprovada na análise e aprovação dos desenhos construtivos do quadro.

7º - Testes elétricos de isolamento;

8º - Testes de tensão aplicada;

9º - Testes de continuidade e identificação de Bornes;

10º - Testes funcionais pormenorizados de todos os circuitos com operação de simulação ou quando necessário e viável, em condições reais;

11º Outros, além dos acima relacionados referente aos procedimentos rotineiros do fabricante.

Anilhamento:

Deverão ser conferidas todas as anilhas dos cabos de força e comando. O anilhamento deve seguir o número do terminal (contato) do componente e estar de conformidade com o diagrama multifilar e funcional.

Bitola de cabos e medidas de barramentos:

Conferir se a bitola dos cabos e as medidas dos barramentos estão conforme consta no diagrama multifilar.

Testes Elétricos:

Energizar o quadro de comando com 03 fases e neutro e executar os testes elétricos de comando.

3.20. PLACA DE IDENTIFICAÇÃO DA GARANTIA

- Deverá ser instalada placa acrílica conforme padrão, no tamanho de 40mm de altura x 120mm de largura, com letras de 4mm de altura, na parte interna da porta dos quadros de comando e cubículos.
- COMPONENTES : mês/ano
- PINTURA : mês/ano
- FABRICANTE :

3.21. NORMAS

Todos os equipamentos e materiais, serviços de montagem e testes devem estar em conformidade com normas e padrões, os mais atuais, das seguintes entidades, por ordem:

- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).
- Norma Regulamentadora NR-10 do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE).
- Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO).
- National Electrical Manufacturers Association (NEMA).
- American Society for Testing and Materials (ASTM).

Em caso de divergências entre as Normas anteriormente relacionadas ou entre estas e as prescrições nas especificações tais casos serão definitivamente resolvidos pela CESAN.

3.22. MALHA DE ATERRAMENTO

O cálculo da malha de aterramento segue o método gráfico simplificado de estratificação do solo em duas camadas, conforme a norma NBR 7117, para determinação da resistividade média do solo.

a) Resistividade do solo

Serão considerados os valores máximos e mínimos de resistividade de acordo com o tipo de solo do terreno, considerado areia argilosa. Esses valores são:

$$\rho_1 = 50 \, \Omega \cdot m$$

$$\rho_2 = 500 \, \Omega \cdot m$$

Com o valor de $\rho_2/\rho_1 = 0,1$, obtém-se a relação $M_0 = 0,7339$ na Tabela A.1 da norma NBR 7117. Então o valor da resistividade média, conforme o método, vale:

$$\rho_m = M_0 \times \rho_1 = 366,45 \, \Omega \cdot m$$

A profundidade da camada do solo (H_m) correspondente à resistividade média (ρ_m) pode ser obtida pela interpolação da curva de resistividade média, dada por:

$$H_m = \frac{(30 - 20)}{15} = 15 \, m$$

$$R = \sqrt{\frac{S}{\pi}} = \sqrt{\frac{15 \times 15}{\pi}} = 8,46 \, m$$

$$K_2 = \frac{R}{H_m} = 0,56$$

S – área da malha de terra, em m^2 .

Com o valor de K_2 e de $\frac{\rho_2}{\rho_1}$, obtém-se no gráfico A.3 da NBR 7117 o valor de $K_3 = \frac{\rho_a}{\rho_1} = 0,9$, onde

$$\rho_a = K_3 \times \rho_1 = 350 \, \Omega \cdot m$$

b) Seção mínima do condutor

Será considerado que o condutor fase conectou-se acidentalmente com o condutor de aterramento, caracterizando um defeito fase-terra na condição mais severa, ou seja, máxima corrente de curto-circuito que atravessa a malha de terra. Para $T_f = 0,5$ s, tempo de duração da corrente de curto-circuito, pode-se obter diretamente da tabela abaixo o valor da seção do condutor de cobre em mm^2/A , considerando que a conexão entre os eletrodos de terra seja em solda exotérmica e a corrente de curto-circuito fase-terra seja de 18.000 A, em baixa tensão.

Tempo (s)	Cabo Simples – solda exotérmica (K)	Cabo com juntas soldadas (K)	Cabo com juntas rebitadas (K)
30	0,020268	0,025335	0,032935
4	0,007093	0,010134	0,012160
1	0,003546	0,005067	0,006080
0,5	0,002533	0,003293	0,004306

Tabela 3.1 - Seção mínima do condutor em mm^2/A

$$S_c = K \times I_{cft} = 0,002533 \times 18.000 = 45,59 \text{ mm}^2$$

Como essa malha também servirá como malha para o SPDA, a norma técnica recomenda uma seção mínima de 50 mm^2 , que será o valor adotado para este projeto.

c) Número de condutores principais e de junção

A malha de terra terá dimensões $15\text{m} \times 15\text{m}$ ($L_m \times C_m$), afim de proteger a área de circulação da ETE. O espaçamento considerado entre os condutores principais e para os condutores de junção são, respectivamente:

$$D_l = 3,00 \text{ m}$$

$$D_c = 3,00 \text{ m}$$

- Número de condutores principais

$$N_{cp} = \frac{C_m}{D_t} + 1 = 6$$

- Número de condutores de junção

$$N_{cj} = \frac{L_m}{D_c} + 1 = 6$$

- d) Comprimento dos condutores da malha de terra

$$L_{cm} = 1,05[(C_m \times N_{cj}) + (L_m \times N_{cp})] = 237 \text{ m}$$

- e) Coeficientes de ajuste Km

$$K_{mp} = \frac{1}{2 \times \pi} \times \ln\left(\frac{D^2}{4 \times \pi \times (N_{cp} - 1) \times H \times D_{ca}}\right) = 0,4767$$

$$K_{mj} = \frac{1}{2 \times \pi} \times \ln\left(\frac{D^2}{4 \times \pi \times (N_{cj} - 1) \times H \times D_{ca}}\right) = 0,4767$$

Onde, H = 0,5 m, é a profundidade considerada da malha de terra e Dca = 0.01433 é o diâmetro em m do cabo de 50 mm².

- f) Coeficiente de ajuste Ks

$$K_{sp} = \frac{1}{\pi} \left\{ \frac{1}{2 \times H} + \frac{1}{D_t + H} + \frac{\ln[0,655 \times (N_{cp} - 1) - 0,328]}{D_t^2} \right\} = 0,4475$$

$$K_{sj} = \frac{1}{\pi} \left\{ \frac{1}{2 \times H} + \frac{1}{D_c + H} + \frac{\ln[0,655 \times (N_{cj} - 1) - 0,328]}{D_c^2} \right\} = 0,4475$$

- g) Coeficiente de ajuste Ki

$$K_{ip} = 0,65 + 0,172 \times N_{cp} = 1,682$$

$$K_{ij} = 0,65 + 0,172 \times N_{cj} = 1,682$$

h) Comprimento mínimo do condutor da malha

$$L_c = \frac{K_m \times K_i \times \rho_s \times I_{cft} \times \sqrt{T_f}}{0,116 + 0,174 \times \rho_s} = 227,95 \text{ m}$$

ρ_s – resistividade da camada superior da malha, cujo valor é de 1.000 $\Omega \cdot \text{m}$;

I_{cft} – corrente de curto-circuito fase-terra não envolvendo diretamente qualquer condutor de aterramento, igual a 200 A.

Deve-se considerar o maior produto entre os valores de $K_m \times K_i$, anteriormente calculados, numa dada direção. A condição $L_{cm} \geq L_c$ deve ser verificada. Caso contrário, deve-se adotar novos valores de espaçamento, profundidade da malha ou outros parâmetros que resultem em diminuir L_c . Neste caso, como a diferença é pequena entre L_c e L_{cm} , pode-se acrescentar a L_{cm} o comprimento total das hastes de aterramento a serem utilizadas, ou seja:

$$L_{cm} = 1,05[(C_m \times N_{cj}) + (L_m \times N_{cp})] + (N_h \times L_h) = 237 \text{ m}$$

N_h - número de eletrodos verticais

L_h - comprimento de 1 eletrodo vertical, igual a 2,40 m neste projeto.

i) Tensão máxima de passo

Os cálculos de tensões, correntes e resistências de aterramento serão calculados segundo o livro Instalações Elétricas Industriais do autor João Mamede Filho.

É o maior valor que pode ser alcançado no nível de malha de terra, considerando que o tempo máximo de permanência da corrente é igual a T_f e que a malha está coberta por material de

resistividade ρ_s . Para estas condições o operador estaria em segurança caminhando no interior da malha de terra. Seu valor máximo vale:

$$E_{pa} = \frac{116 + 0,7 \times \rho_s}{\sqrt{T_f}} = 1.153,99 \text{ V}$$

j) Tensão de passo existente na periferia da malha

Corresponde à diferença de potencial existente entre dois pontos distanciados de 1 m e localizados na periferia da malha de terra. Deve-se considerar o maior produto entre os valores de $K_m \cdot K_i$ numa dada direção. A condição $E_{pa} \geq E_{par}$ deve ser verificada.

$$E_{par} = \frac{K_s \times K_i \times \rho_i \times I_{cft}}{L_{cm}} = 317,58 \text{ V}$$

k) Tensão máxima de toque

É o maior valor que pode ser alcançado no nível da malha de terra, considerando que o tempo máximo de permanência da corrente é igual a T_f e que a malha está coberta por material de resistividade ρ_s . Para estas condições, o operador estaria em segurança em qualquer ponto da malha de terra, tocando com o corpo uma massa energizada acidentalmente. Seu valor máximo vale:

$$E_{tm} = \frac{116 + 0,174 \times \rho_s}{\sqrt{T_f}} = 410,12 \text{ V}$$

l) Tensão de toque existente

Deve satisfazer a condição $E_{tm} \geq E_{ts}$.

$$E_{ts} = \frac{K_m \times K_i \times \rho_i \times I_{cft}}{L_{cm}} = 338,32 \text{ V}$$

m) Corrente máxima de choque

$$I_{ch} = \frac{116}{\sqrt{T_f}} = 164,05 \text{ mA}$$

n) Corrente de choque existente devido à tensão de passo existente, sem camada de brita

$$I_{pmsb} = \frac{1.000 \times E_{per}}{1.000 + 6 \times \rho_l} = 79,39 \text{ mA}$$

Condição: $I_{pmsb} \leq I_{ch}$

o) Corrente de choque existente devido à tensão de toque existente, sem camada de brita

$$I_{tmsb} = \frac{1.000 \times E_{ts}}{1.000 + 1,5 \times \rho_l} = 193,33 \text{ mA}$$

Condição: $I_{tmsb} \leq I_{ch}$

p) Resistência da malha de terra

- Resistência da malha de terra correspondente aos condutores horizontais

$$R_{mc} = \frac{\rho_a}{4 \times R} + \frac{\rho_a}{L_{cm}} = 11,82 \Omega$$

- Resistência de aterramento de um eletrodo vertical

$$R_{sl} = \frac{\rho_a}{2 \times \pi \times L_h} \times \ln \left(\frac{400 \times L_h}{2,54 \times D_h} \right) = 148,65 \Omega$$

- Coeficiente de redução da resistência de um eletrodo vertical

$$K_h = \frac{1 + A \times B}{N_h} = 0,092481$$

N_h - número de hastes de terra;

$A = 0,1352$ – determinado segundo a Tabela 3.2.

B – determinado de acordo com a Tabela 3.3. Interpolando com os valores da tabela para obter B para 20 eletrodos:

$$\frac{16 - 25}{8,5545 - 11,4371} = \frac{16 - 20}{8,5545 - B} \rightarrow B = 9,835656$$

Diâmetro do eletrodo	Distância entre os eletrodos - m					
	2	3	4	5	9	12
Para eletrodo de comprimento igual a 3,0 m						
1/2"	0,229 2	0,152 8	0,114 9	0,091 7	0,050 9	0,038 2
3/4"	0,244 3	0,162 9	0,122 2	0,097 7	0,054 3	0,040 7
1"	0,256 3	0,170 9	0,128 2	0,102 5	0,057 0	0,042 7
Para eletrodo de comprimento igual a 2,4 m						
1/2"	0,189 8	0,126 6	0,094 9	0,075 9	0,042 2	0,031 6
3/4"	0,202 8	0,135 2	0,101 4	0,081 1	0,045 0	0,033 8
1"	0,213 2	0,142 1	0,106 6	0,085 3	0,047 1	0,035 5

Tabela 3.2 - Coeficiente A.

Número de	B
-----------	---

eletrodos	
4	2,7071
9	5,8917
16	8,5545
25	11,4371
36	14,065
49	16,8933

Tabela 3.3 - Coeficiente B.

- Resistência de aterramento do conjunto de eletrodos verticais

Representa o valor da resistência resultante de todas as hastes de terra interligadas em paralelo.

$$R_{ne} = K_h \times R_{ei} = 17,32 \, \Omega$$

- Resistência mútua dos cabos e eletrodos verticais

$$R_{mu} = \frac{\rho_a}{\pi \times L_{cm}} \times \left[\ln \left(\frac{2 \times L_{cm}}{L_{th}} \right) + \frac{K_1 \times L_{cm}}{\sqrt{S}} - K_2 + 1 \right] = 6,73 \, \Omega$$

S - área da malha, em m²;

L_{th} - comprimento total das hastes, em m.

- Resistência total da malha

$$R_{tm} = \frac{R_{mc} \times R_{ne} - R_{mu}^2}{R_{mc} + R_{ne} - 2 \times R_{mu}} = 10,17 \, \Omega$$

3.23. OPERAÇÃO DA ETE

3.23.1. Elevatória

No centro de controle de motores haverá chave seletora de 5 posições onde se optará pelos seguintes modos de funcionamento;

- Desligado – Neste modo os botões de liga e desliga são desabilitados e o controle automático das bombas esta fora de funcionamento.
- Manual – Neste modo as bombas são controladas através das botoeira de liga e desliga, onde o controle das bombas é realizado pelo operador, porém o controle de segurança não é desabilitado, evitando operação sem liquido na sucção da bomba;
- Automático Bomba 1 – Neste modo a bomba 1 é acionada quando o nível do poço está alto e a mesma é desligada quando o nível do poço atingir o nível mínimo. Não há revezamento de bombas, só a bomba 1 irá operar;
- Automático Bomba 2 – Neste modo a bomba 2 é acionada quando o nível do poço está alto e a mesma é desligada quando o nível do poço atingir o nível mínimo. Não há revezamento de bombas, só a bomba 2 irá operar ;
- Revezamento – Neste modo uma das bombas será acionada quando houver nível alto no poço e desligada quando for identificado nível baixo, ao haver nível alto novamente será acionada a bomba não acionada no último ciclo. Quando houver uma das bombas em falha o controle não permitira o acionamento da mesma acionando a bomba que não estiver em falha.

3.23.2. Sistema de Exaustão

O sistema de exaustão dos gases do poço de sucção é controlado pelas botoeiras de liga e desliga do exaustor. Estes são ignorados somente se o disjuntor motor do exaustor estiver desarmado;

3.23.3. Controle de Umidade Biofiltro

O controle de umidade do Biofiltro será através da medição de umidade realizada pelo transmissor de umidade (higrômetro) colocado no interior da matéria orgânica do Biofiltro.

- Conforme programação realizada no controlador digital microprocessado na porta do painel de comando ele enviará um sinal para abrir ou fechar a válvula solenóide conforme o sinal medido pelo higrômetro.

3.23.4. Soprador

O soprador terá somente comando manual sendo acionado pela botoeira de liga e desligado pela botoeira de desliga.

4. RELAÇÃO DE DESENHOS

RELAÇÃO DE DESENHOS – VOLUME 4 – TOMO B

ITEM	DESENHO Nº ARCADIS logos	DESENHO Nº CESAN	TÍTULO
01	0876.DS.096.E.0001/00	A-063-000-92-6-XX-0149	Estação De Tratamento De Esgoto - Projeto Elétrico - Diagrama Unifilar e Quadro de Cargas
02	0876.DS.096.E.0002/00	A-063-000-92-6-XX-0150	Estação De Tratamento De Esgoto - Projeto Elétrico – Subestação Aérea de Entrada
03	0876.DS.096.E.0003/00	A-063-000-92-6-XX-0151	Estação De Tratamento De Esgoto - Projeto Elétrico – Planta de Distribuição
04	0876.DS.096.E.0004/00	A-063-000-92-6-XX-0152	Estação De Tratamento De Esgoto - Projeto Elétrico – Quadro de Distribuição Geral – QDG
05	0876.DS.096.E.0005/00	A-063-000-92-6-XX-0153	Estação De Tratamento De Esgoto - Projeto Elétrico – Casa de Apoio – Planta de Distribuição
06	0876.DS.096.E.0006/00	A-063-000-92-6-XX-0154	Estação De Tratamento De Esgoto - Projeto Elétrico – Casa de Apoio – Quadro de Distribuição de Luz e Força – QDLF-01
07	0876.DS.096.E.0007/00	A-063-000-92-6-XX-0155	Estação De Tratamento De Esgoto - Projeto Elétrico – Casa de Apoio – Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA)
08	0876.DS.096.E.0008/00	A-063-000-92-6-XX-0156	Estação De Tratamento De Esgoto - Projeto Elétrico – Casa de Desidratação de Lodo – Planta de Distribuição
09	0876.DS.096.E.0009/00	A-063-000-92-6-XX-0157	Estação De Tratamento De Esgoto - Projeto Elétrico – Casa de Desidratação de Lodo – Quadro de Distribuição de Luz e Força – QDLF-02
10	0876.DS.096.E.0010/00	A-063-000-92-6-XX-0158	Estação De Tratamento De Esgoto - Projeto Elétrico – Casa de Desidratação de Lodo – Bombas de Lodo – Diagrama Multifilar – CCM
11	0876.DS.096.E.0011/00	A-063-000-92-6-XX-0159	Estação De Tratamento De Esgoto - Projeto Elétrico – Casa de Desidratação de Lodo – Bombas de Lodo – Diagrama de Comando, Layout de Montagem e Régua de Bornes – CCM
12	0876.DS.096.E.0012/00	A-063-000-92-6-XX-0160	Estação De Tratamento De Esgoto - Projeto Elétrico – Casa de Desidratação de Lodo – Bombas de Lodo – Vistas e Cortes – CCM
13	0876.DS.096.E.0013/00	A-063-000-92-6-XX-0161	Estação De Tratamento De Esgoto - Projeto Elétrico – Casa de Desidratação de Lodo – Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA)
14	0876.DS.096.E.0014/00	A-063-000-92-6-XX-0162	Estação De Tratamento De Esgoto - Projeto Elétrico – EEB – Planta de Distribuição e

			Quadro de Cargas
15	0876.DS.096.E.0015/00	A-063-000-92-6-XX-0163	Estação De Tratamento De Esgoto - Projeto Elétrico – EEB – CCM – Diagrama Multifilar
16	0876.DS.096.E.0016/00	A-063-000-92-6-XX-0164	Estação De Tratamento De Esgoto - Projeto Elétrico – EEB – CCM – Diagrama de Comando
17	0876.DS.096.E.0017/00	A-063-000-92-6-XX-0165	Estação De Tratamento De Esgoto - Projeto Elétrico – EEB – CCM – Vistas e Cortes
18	0876.DS.096.E.0018/00	A-063-000-92-6-XX-0166	Estação De Tratamento De Esgoto - Projeto Elétrico – Casa de Abrigo do Soprador e Desinfecção UV – Planta de Distribuição e SPDA
19	0876.DS.096.E.0019/00	A-063-000-92-6-XX-0167	Estação De Tratamento De Esgoto - Projeto Elétrico – Casa de Abrigo do Soprador e Desinfecção UV – Quadro de Distribuição de Luz e Força – QDLF-03
20	0876.DS.096.E.0020/00	A-063-000-92-6-XX-0168	Estação De Tratamento De Esgoto - Projeto Elétrico – CCM do Soprador – Diagrama Multifilar e Comando do Soprador
21	0876.DS.096.E.0021/00	A-063-000-92-6-XX-0169	Estação De Tratamento De Esgoto - Projeto Elétrico – CCM do Soprador – Vistas e Cortes
22	0876.DS.096.E.0022/00	A-063-000-92-6-XX-0170	Estação De Tratamento De Esgoto - Projeto Elétrico – Aterramento