

Assunto: Subestação de Distribuição Aérea e Semi-abrigada 72,5 - 15kV**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

CONTENTS

1.	OBJETIVOS DO DOCUMENTO E ÁREA DE APLICAÇÃO	2
2.	GESTÃO DA VERSÃO DO DOCUMENTO.....	2
3.	UNIDADES DA VERSÃO DO DOCUMENTO	2
4.	SIGLAS E PALAVRAS-CHAVE.....	2
5.	REFERÊNCIAS	2
5.1	Normas Brasileiras	2
5.2	Normas Internacionais.....	3
5.3	Normas Enel Distribuição Ceará	3
5.4	Padrões de Subestação - PS	3
5.5	Critério de Projeto - CP.....	3
5.6	Procedimentos de Execução – PEX.....	3
5.7	Especificações Técnicas	4
5.8	Decisão Técnica	4
5.9	Demais documentos	5
6.	DESCRIÇÃO.....	5
6.1	TERMINOLOGIA	5
6.2	DISPOSIÇÕES GERAIS	9
6.3	DISPOSIÇÕES ESPECÍFICAS	10
6.4	ATERRAMENTO E BLINDAGEM.....	16
6.5	ILUMINAÇÃO E TOMADAS	17
6.6	ELETRODUTOS.....	19
6.7	EDIFICAÇÕES E OBRAS CIVIS	20
6.8	PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO.....	23
6.9	SERVIÇOS AUXILIARES	24
6.10	PROTEÇÕES	25
6.11	SISTEMA DIGITAL PARA AUTOMAÇÃO DE SUBESTAÇÃO	25
7.	ANEXOS.....	25

OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO BRASIL
Victor Balbontin Artus

Assunto: Subestação de Distribuição Aérea e Semi-abrigada 72,5 - 15kV**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

1. OBJETIVOS DO DOCUMENTO E ÁREA DE APLICAÇÃO

Este padrão de Subestação tem por objetivo minimizar os custos de projeto, proporcionar praticidade nos orçamentos, uniformizar os critérios e procedimentos para o projeto e montagem de Subestações de Distribuição de pequeno e grande porte e possibilitar maior flexibilidade para ampliações futuras, em função do crescimento de carga e da conseqüente evolução do sistema elétrico.

Este documento deve ser de aplicação obrigatória, pelos projetistas da Enel Distribuição Ceará e terceirizados, em todos os projetos de Subestação de Distribuição Aérea e Semi-Abrigada. Aplica-se em instalações novas, extensões, reformas e melhorias, tensão nominal 69-13,8 kV, localizadas nas áreas de concessão da Enel Distribuição Ceará, respeitando-se o que prescreve as normas da ABNT e a legislação emanada pelo órgão regulador do setor elétrico, ANEEL.

Nas subestações existentes que requeiram trabalhos de ampliação e/o reforma deve ser aplicado na medida que as condições particulares o permitam.

Este documento se aplica a Infraestrutura e Redes Brasil na operação de distribuição.

2. GESTÃO DA VERSÃO DO DOCUMENTO

Versão	Data	Descrição das mudanças
1	02/03/2018	Emissão da Especificação Técnica

3. UNIDADES DA VERSÃO DO DOCUMENTO

Responsável pela elaboração do documento:

- Operação e Manutenção Brasil.

Responsável pela autorização do documento:

- Qualidade de Processos;

4. SIGLAS E PALAVRAS-CHAVE

Palavras Chaves	Descrição
Projetos	Conjunto de documentos com as regras, diretrizes, esquemas de ligação e listas de material que orientam à construção de algo ou alguma coisa.
Subestação	Instalação elétrica de alta potência, contendo equipamentos para distribuição de energia elétrica.

5. REFERÊNCIAS

5.1 Normas Brasileiras

- NR 10 Norma Regulamentadora;

Assunto: Subestação de Distribuição Aérea e Semi-abrigada 72,5 - 15kV**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

- NBR 5410 Instalações elétricas de baixa tensão;
- NBR 5418 Instalações elétricas em atmosferas explosivas;
- NBR 5657 Verificação da estanqueidade à pressão interna de instalações prediais de água fria;
- NBR 5658 Determinação das condições de funcionamento das peças de utilização de uma instalação predial de água fria;
- NBR 7532 Identificadores de extintores de incêndio – Dimensões e cores;
- NBR 7372 Execução de tubulações de pressão - PVC rígido com junta soldada, rosqueada, ou com anéis de borracha;
- NBR 8160 Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução.
- NBR 8769 Diretrizes para especificação de um sistema de proteção completo -Procedimento;
- NBR 8926 Guia de Aplicação de relés para proteção de transformadores – Procedimento;
- NBR 9029 Emprego de relés para proteção de barramento em sistema de potência - Procedimento;
- NBR 10898 Sistema de Iluminação de emergência;
- NBR 12693 Sistemas de Proteção por Extintor de Incêndio;
- NBR 13231 Proteção contra incêndio em subestações elétricas convencionais, atendidas e não atendidas, de sistemas de transmissão - Procedimento;
- NBR 13859 Proteção contra Incêndio em Subestações Elétricas de Distribuição;
- NBR 5626 Instalações prediais de água fria (NBR 5626);
- NBR 5651 Recebimento de instalações prediais de água fria;
- NBR 5648 Tubos de PVC rígido para instalações prediais de água fria (NBR 5648).

5.2 Normas Internacionais

EM 50179 Norma CENELEC Instalaciones de Potência de Tensión Superior a 1 kV em Corriente Alterna, parágrafo 7.6.

5.3 Normas Enel Distribuição Ceará

Além das Normas Técnicas citadas acima, durante as etapas de planejamento, projeto e execução da obra devem ser observadas as seguintes Normas, em suas últimas revisões ou outras pertinentes que vierem a ser publicadas:

5.4 Padrões de Subestação

- CNS-OMBR-MAT-18-0145-EDCE Detalhes de Instalação e Montagem de equipamentos e materiais 72,5–15 kV

5.5 Critério de Projeto

- WKI-OMBR-MAT-18-0063-EDCE Subestação de Distribuição Aérea e Semi-abrigada 72,5 – 15 kV

5.6 Procedimentos de Execução

Assunto: Subestação de Distribuição Aérea e Semi-abrigada 72,5 - 15kV**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

- WKI-HVOU-CHV-18-0007-EDCE Construções, Reformas ou Ampliações de Subestações Abaixadoras, Derivadoras e Secionadoras 72,5_15 kV

5.7 Especificações Técnicas

- E SE 001 Transformador de Poder;
- E SE 002 Interruptores de Alta Tensão;
- E SE 003 Interruptores de Média Tensão;
- E SE 004 Secionadores de Alta Tensão;
- E SE 005 Transformador de Instrumentación de Alta Tensão;
- E SE 006 Secionadores de Média Tensão;
- E SE 007 Transformador de Instrumentación de Média Tensão;
- E SE 008 Celda de Média Tensão;
- E SE 009 Banco de Condensadores;
- E LT 001 Conductores Desnudos para Lineas Aereas de Alta Tensão;
- E PCM 01 Protección para Sobrecorrente Multifunción;
- E PCM 02 Protección para Banco de Condensadores;
- E PCM 03 Protección Diferencial para Transformador;
- E PCM 05 Protección de Distancia;
- E PCM 08 Sistema Digital para Automatización de Subestaciones;
- E MT 004 Reconectador de Distribución Aéreo;
- MAT-OMBR-MAT-18-0095-EDCE Para-Raios de Óxido de Zinco;
- MAT-OMBR-MAT-18-0102-EDCE Quadro de Serviços Auxiliares CA e CC;
- MAT-OMBR-MAT-18-0107-INBR Bateria de Acumulador Chumbo-Ácido Estacionária;
- MAT-OMBR-MAT-18-0111-EDCE Retificadores;
- MAT-OMBR-MAT-18-0114-EDCE Cabo de Controle Blindado;
- MAT-OMBR-MAT-18-0115-EDCE Postes de Concreto Armado e Protendido.

5.8 Decisão Técnica

- WKI-OMBR-MAT-18-0083-EDCE Elaboração de Desenhos e Documentos para Projetos de Subestação de 72,5 -15kV

Assunto: Subestação de Distribuição Aérea e Semi-abrigada 72,5 - 15kV**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

5.9 Demais documentos

- ELETROBRAS Diretrizes para Projeto de Subestações de Tipo Convencional Aberto - Volume 3 – Subestações de Média Tensão
- CIGRÉ Diretrizes de espaçamentos e Publicações

6. DESCRIÇÃO**6.1 TERMINOLOGIA**

Para os efeitos deste padrão, aplicam-se as seguintes definições, complementadas pelas definições contidas nas Normas da ABNT:

6.1.1 Arranjo dos Condutores

Disposição geométrica dos pontos de fixação dos condutores - fases num suporte, entre si e em relação ao suporte.

6.1.2 Arranjo Horizontal ou barras paralelas

Arranjo dos condutores no qual os pontos de fixação dos condutores - fases estão situados num mesmo plano horizontal.

6.1.3 Arranjo Vertical ou barras superpostas

Arranjo dos condutores no qual os pontos de fixação dos condutores - fases estão situados num mesmo plano vertical.

6.1.4 Cadeia de Isoladores

Conjunto articulado constituído de uma penca de isoladores, ou de várias pencas interligadas, e das ferragens necessárias em serviço, que isola eletricamente um condutor e o fixa ao suporte da linha.

6.1.5 Condutor

Produto metálico, geralmente de forma cilíndrica de comprimento muito maior do que a maior dimensão transversal, utilizado para transportar energia elétrica ou transmitir sinais elétricos.

6.1.6 Conector

Dispositivo eletromecânico que faz ligação elétrica de condutores, entre si e/ou a uma parte condutora de um equipamento, transmitindo ou não força mecânica e conduzindo corrente elétrica.

6.1.7 Disjuntor

Dispositivo de manobra (mecânico) e de proteção, capaz de estabelecer, conduzir e interromper correntes em condições normais do circuito, assim como estabelecer, conduzir por tempo especificado e interromper correntes em condições anormais especificadas do circuito, tais como as de curto-circuito.

6.1.8 Disjuntor de Barra

Disjuntor instalado em série entre duas seções de uma mesma barra de subestação.

6.1.9 Disjuntor de Interligação de Barras

Disjuntor que interliga duas barras distintas de uma subestação.

Assunto: Subestação de Distribuição Aérea e Semi-abrigada 72,5 - 15kV**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

6.1.10 Disjuntor de Linha

Disjuntor instalado numa seção de linha de uma subestação.

6.1.11 Disjuntor de Transformador

Cada um dos disjuntores instalados de um lado e outro do transformador de uma subestação, é designado pela respectiva tensão nominal.

6.1.12 Eletroduto

Elemento de linha elétrica fechada, de seção circular ou não, destinado a conter condutores elétricos, permitindo tanto a enfição como a retirada destes por puxamento.

6.1.13 Elemento Fusível

Componente de um fusível que deve fundir, quando for percorrido por uma corrente que excede um valor especificado.

6.1.14 Elo fusível

De uma chave fusível de distribuição: Fusível de construção flexível destinado a manter a chave na posição fechada quando em funcionamento, e provocar a sua abertura automática após a fusão do elemento fusível.

6.1.15 Engastamento

É a profundidade que o poste deve ser enterrado conforme a fórmula básica $e=L/10+0,6$ m.

6.1.16 Pátio

Recinto não coberto de uma subestação, onde são instalados os barramentos e os equipamentos a eles ligados diretamente.

6.1.17 Subestação

Parte de um sistema de potência, concentrada em um dado local, compreendendo primordialmente as extremidades de linha de transmissão e/ou de distribuição, com os respectivos dispositivos de manobra, controle e proteção, incluindo as obras civis e estruturas de montagem, podendo incluir também transformadores, equipamentos conversores e/ou outros equipamentos.

6.1.18 Subestação abaixadora

Subestação transformadora na qual a tensão de saída é menor do que a tensão de entrada.

6.1.19 Subestação de Distribuição

Subestação abaixadora que alimenta um sistema de distribuição.

6.1.20 Subestação ao tempo

Subestação aberta ou em cabine metálica, exposta a intempéries.

6.1.21 Subestação Semi-abrigada

Subestação abaixadora com as instalações aéreas iguais a convencional aérea construída sob galpão, utilizada em zonas de alto índice de poluição marítima.

6.1.22 Subestação de Pequeno Porte

Subestação de Pequeno Porte são caracterizadas por arranjos de 72,5-15 kV, em zona rurais ou urbanas de médios valores de demanda atendendo as seguintes potências 5/6,25 MVA; 5/6,25/7,5 MVA; 2X5/6,25 MVA;

Assunto: Subestação de Distribuição Aérea e Semi-abrigada 72,5 - 15kV**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

2X5/6,25/7,5 MVA; 10/12,5/15 MVA. Construídas em área de 80x80m. Adequadas para áreas de baixa densidade de carga, grandes extensões territoriais, alto índice de incerteza quanto ao crescimento vegetativo da carga e quanto à localização mais apropriada. Também são adequadas para pequenas localidades onde o setor de Planejamento já dispõe de um razoável grau de certeza quanto ao mercado a ser atendido, ou seja: carga inicial, taxa de crescimento de carga, melhor localização da subestação quanto ao centro de carga, expectativa de vida útil considerando sua capacidade nominal.

6.1.23 Subestação de Grande Porte

Subestação de Grande Porte são caracterizadas por arranjos de 72,5-15 kV, em zona urbanas de altos valores de demanda atendendo as seguintes potências 10/12,5/15 MVA; 2x10/12,5/15 MVA; 20/26,66/33,2 MVA. Construídas em área de 100x100m. Apropriadas para atendimento das cargas da distribuição localizadas nos grandes núcleos urbanos da capital bem como em algumas localidades do interior do estado. São implantadas em áreas onde o mercado a ser atendido é bem conhecido nos aspectos de carga inicial, crescimento vegetativo e localização.

6.1.24 Subestação de Grande Porte tipo 1

Este tipo de subestação possui no setor de 69 kV, arranjo de barra principal e transferência, superpostas em tubo de alumínio.

6.1.25 Subestação de Grande Porte tipo 2

Este tipo de subestação possui no setor de 69 kV, arranjo de barra principal e transferência, paralelas em cabo de alumínio.

6.1.26 Vão de Subestação

Parte de uma subestação correspondente a uma linha de transmissão ("vão de linha"), ou a um transformador ("vão de transformador"), ou a um alimentador ("vão de alimentador"), ou a outro equipamento determinado. Corresponde ao termo em inglês bay.

6.1.27 Vão (bay)

Vão de subestação é a parte de uma subestação correspondente a uma entrada ou saída de linha (vão de entrada de linha "EL" ou saída de linha "SL"), ou a um transformador (vão de transformador "TR"), ou a um alimentador (vão de alimentador "AL") ou a outro equipamento determinado. Corresponde ao termo inglês bay.

6.1.28 Vão EL/SL com disjuntor

É o vão correspondente a entrada/saída de linha de 69 kV, considerando os equipamentos e materiais necessários para instalação de todas as estruturas, com o disjuntor.

6.1.29 Vão EL/SL sem disjuntor

É o vão correspondente a entrada/saída de linha de 69 kV, considerando os equipamentos e materiais necessários para instalação de todas as estruturas, sem o disjuntor.

Assunto: Subestação de Distribuição Aérea e Semi-abrigada 72,5 - 15kV**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

6.1.30 Vão EL/SL C com disjuntor

É o vão correspondente à entrada/saída de linha de 69 kV, considerando os equipamentos e matérias e apenas as estruturas necessárias para complemento de um vão já existente, onde se monta ou instala outra EL/SL do lado, com o disjuntor.

6.1.31 Vão EL/SL C sem disjuntor

É o vão correspondente à entrada ou saída de linha de 69 kV, considerando todos os equipamentos e materiais e apenas as estruturas necessárias para complemento de um vão já existente, onde se monta ou instala outra EL/SL do lado, sem o disjuntor.

6.1.32 Vão DJT

É o vão correspondente ao disjuntor de transferência de 69 kV, considerando os equipamentos materiais necessários para sua instalação.

6.1.33 Vão BAR 2

É o vão correspondente a barra de 69 kV montada com todas as estruturas e materiais necessários para sua instalação.

6.1.34 Vão BAR 2 C1

É o vão correspondente a barra de 69 kV montada junto a uma barra completa, tendo esta apenas as estruturas e os materiais necessários para o complemento da barra já existente.

6.1.35 Vão BAR 2 C2

É o vão correspondente aos Transformadores de Potencial de 69 kV sendo computado os equipamentos, materiais e a estrutura suporte.

6.1.36 Vão TR

É o vão correspondente ao Transformador de Potência de 69-13,8 kV sendo computado os equipamentos e materiais desde o engaste na barra de 69 kV até a de 13,8 kV e apenas a estrutura específica deste vão.

6.1.37 Vão DJ

É o vão correspondente ao Disjuntor do Transformador de Potência de 69-13,8 kV no lado do setor de 13,8 kV, sendo computado os equipamentos e materiais para o engaste na barra de 13,8 kV.

6.1.38 Vão B1

É o vão correspondente à barra de 13,8 kV montada com todas as estruturas e materiais necessários para sua instalação.

6.1.39 Vão B1 C1

É o vão correspondente a barra de 13,8 kV montada junto a uma barra completa, tendo esta apenas as estruturas e os materiais necessários para o complemento da barra já existente.

6.1.40 Vão AL

É o vão correspondente a saída de alimentadores sendo computado os equipamentos materiais e apenas a estrutura específica para entrega deste ao sistema de distribuição.

Assunto: Subestação de Distribuição Aérea e Semi-abrigada 72,5 - 15kV**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

6.1.41 Vão TSA

É o vão correspondente à instalação do transformador de serviços auxiliares sendo computado os equipamentos, materiais e a estrutura suporte deste.

6.1.42 Vão BC

É o vão correspondente à instalação do banco de capacitor sendo computado equipamentos e materiais.

6.1.43 Vão RT MONOF

É o vão correspondente à instalação do banco de regulador de tensão monofásico, sendo computado os equipamentos, materiais e a estrutura suporte deste, utilizado apenas na subestação de pequeno porte.

6.2 DISPOSIÇÕES GERAIS

Este padrão se aplica a subestações de distribuição, abaixadoras, convencionais instalação ao tempo ou semi-abrigadas, com conexões aéreas entre barramentos e equipamentos, alimentadas por linhas de transmissão aéreas.

As subestações devem ser montadas por etapas, agregando vãos, que são módulos padrões, à medida das necessidades.

Estes arranjos padronizados pela Enel Distribuição Ceará visam fatores preponderantes como a confiabilidade, o custo, a flexibilidade para ampliações futuras, eficiência e eficácia na operação e manutenção.

A escolha pelo órgão de projeto do tipo de subestação a ser utilizada: Pequeno Porte, Grande Porte Tipo 1 ou Grande Porte Tipo 2, deve levar em consideração o estudo do órgão de planejamento.

Os projetos das subestações devem ser realizados conforme o Critério de Projeto de Subestação da Enel Distribuição Ceará - WKI-OMBR-MAT-18-0063-EDCE Subestação de Distribuição Aérea e Semi-abrigada 72,5 – 15 kV.

As subestações existentes, independente da área que foram construídas, quando forem submetidos à reforma, os projetos devem ser adequados na medida do possível ao CNS-OMBR-MAT-18-0144-EDCE Subestação de Distribuição Aérea e Semi-abrigada 72,5-15 Kv, utilizando preferencialmente os materiais padronizados.

6.2.1 Definição e requisitos para escolha da área de implantação da subestação

As subestações de Pequeno Porte devem ser construídas em uma área de 80 x 80 m e as de Grande Porte em uma área de 100 x 100 m.

Na escolha do terreno devem ser considerados os seguintes requisitos:

- Proximidade com o centro de carga da região;
- Facilidade de acesso;
- Facilidade de escoamento das linhas de transmissão e redes de distribuição;
- Situar-se fora das áreas de inundação;
- Facilidade de drenagem;
- Que permita a execução de fundações rasas;
- Baixa resistência de aterramento;
- Evitar solos rochosos;

Assunto: Subestação de Distribuição Aérea e Semi-abrigada 72,5 - 15kV
Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

- Causar o menor impacto possível sobre o meio ambiente.

6.2.2 Requisitos para locação da subestação:

- Causar a menor alteração do perfil natural do terreno;
- Remover somente as quantidades mínimas, necessárias, de árvores;
- Aprovação junto ao órgão ambiental;
- Considerar os critérios funcionais e econômicos.

6.2.3 Situações especiais

Para situações especiais não previstas neste padrão devem ser consultados os órgãos normativos e de engenharia da empresa que devem adotar soluções adequadas, baseadas em estudos do caso.

6.3 DISPOSIÇÕES ESPECÍFICAS
6.3.1 Características de cada Tipo de Subestação
Tabela 1: Características técnicas de cada tipo de subestação

Descrição	Tipos de Subestações		
	Pequeno Porte	Grande Porte Tipo 1	Grande Porte Tipo 2
Potências dos transformadores	1x5/6,25 MVA; 1x5/6,25/7,5 MVA; 2x5/6,25 MVA; 2x5/6,25/7,5 MVA; 1x10/12,5/15 MVA.	1x10/12,5/15 MVA; 2x10/12,5/15 MVA; 1x20/26,6/33,2 MVA; 2x20/26,6/33,2 MVA; 3x20/26,6/33,2 MVA (Nota 1).	
Número de entradas de Linha, EL, de 69 kV	Máximo 2	Máximo 4	
Número de saídas de Linha, SL, de 69 kV	Máximo 2	Máximo 4	
Tipo de barra de 69 kV	Principal e transferência superpostas	Principal e transferência superpostas	Principal e transferência paralelas
Pátio de 13,8kV	Aéreo ao tempo	Aéreo ao tempo ou <i>Celdas de Média Tensión</i> 15kV tipo <i>metal-clad, swichtgear</i>	
Tipo de barra de 13,8 kV	Principal e auxiliar superpostas (Nota 2)	Principal e transferência superpostas para barramento aéreo ou simples para o <i>Celdas de Média Tensión</i> 15kV tipo <i>metal-clad, (swichtgear)</i>	
Número de alimentadores	Máximo 5	Aéreos no máximo 8 ou Abrigados no máximos 12 (Nota 3)	
Potência do Banco de capacitor	1,8 MVAr para cada 5MVA		
Proteção do Banco de capacitor	Através de Disjuntor		
Regulação	Reguladores de tensão monofásicos 200A ou Transformador com Comutação Automática sob Carga - CDC	Transformador com Comutação Automática sob Carga - CDC	
Transformador de Serviços Auxiliares	1x75kVA		
Proteção e medição	Conforme Diagrama Unifilar Anexo e o Critério de Projeto CP 011		
Sistema Digital e Relés	Conforme E-PCM 008 e E-PCM 01, 02, 03 e 05.		
Equipamentos	Conforme especificações do item 5.8 e em cada vão constam na lista de material os equipamentos correspondentes		
Materiais para montagem e instalação	Correspondente a cada vão consta uma lista de material na qual constam todos os materiais necessários para instalação e montagem deste		
Atendimento	Telecomandadas ou Teleassistidas		

Assunto: Subestação de Distribuição Aérea e Semi-abrigada 72,5 - 15kV
Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

Arranjos - Flexibilidade	Podem ser feitas, conforme necessidade e importância da carga a combinação dos arranjos da SE PP com a SE GP na barra de 69 e 13,8 kV
--------------------------	---

NOTAS:

- 1) Nos grandes centros urbanos deve ser utilizada potência de até 99,99 MVA;
- 2) A barra auxiliar é utilizada para se fazer o paralelismo dos transformadores de Potência;
- 3) Quando a barra de 13,8 kV for abrigada, do tipo Celda de Média Tensão, podem ser instalados até 12 Alimentadores.

6.3.2 Condutores utilizados

Os condutores utilizados nas subestações devem ter as características técnicas a seguir apresentadas nas Tabelas 2, 3, 4, 5, 6 e 7 e nas especificações técnicas e desenhos do PM-01.

6.3.2.1 Condutores Flexíveis
Tabela 2: Características técnicas dos condutores em liga de alumínio

Seção (mm ²)	Liga/Têmpera	Formação	Diâmetro condutor (mm)	Diâmetro dos fios (mm)	Resistência em CC a 20°C, máx (Ω/Km)	Massa (Kg/Km)	Ruptura (Kgf)	Capacidade Nominal (A)	Condutor equivalente Alumínio
160	6201/T81	19	16,35	3,27	0,205	434,80	4765	460	266,8 CAA
315	6201/T81	37	23,03	3,29	0,104	907,20	9939	730	556,5 CA

 Obs.: Temperatura ambiente: T_A = 40°C

 Temperatura do condutor: T_C = 70°C

Tabela 3: Características técnicas dos condutores de cobre nu

Bitola (mm ²)	Formação	Peso (kg/km)	Ruptura (daN)	Corrente Nominal (A)
70 mm ²	19	635	2105 a 2661	292
120 mm ²	37	1137	3905 a 4930	442
240 mm ²	37	2176	7584 a 9599	670
300 mm ²	37	2559	8887 a 11234	780

 Obs.: Temperatura ambiente: T_A = 40°C

 Temperatura do condutor: T_C = 70°C

Tabela 4: Características técnicas dos condutores de aço cobreado

Bitola (mm ²)	Nº fios x Calibre AWG	Diâmetro (mm)	Peso (kg/km)	Resistência a 20°C (Ω/Km)	Carga de Ruptura 40 % Condu. (Kgf)	Corrente Nominal (A)
70	7x7	11	608	0,601	5,75	
95	7x6	12,6	766	0,477	6,95	

 Obs.: Temperatura ambiente: T_A = 40°C

 Temperatura do condutor: T_C = 70°C

6.3.2.2 Condutores Rígidos
Tabela 5: Características técnicas dos condutores em tubo de alumínio

Bitola (Polegada)	Schedule (Número)	Diâmetro Nominal (mm)	Espessura Nominal (mm)	Corrente Nominal (A)
1.1/4"	40	48,26	3,56	815
2"	40	60,33	3,91	1225

 Obs.: Temperatura ambiente: T_A = 40°C Temperatura do condutor: T_C = 70°C



Especificação Técnica no.144

Versão no.01 data: 02/03/2018

Assunto: Subestação de Distribuição Aérea e Semi-abrigada 72,5 - 15kV

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

Assunto: Subestação de Distribuição Aérea e Semi-abrigada 72,5 - 15kV
Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

6.3.2.3 Condutores Isolados
Tabela 6: Características técnicas dos condutores de cobre isolados 8,7/15 kV

Seção (mm ²)	Diâmetro do condutor (mm)	Diâmetro sobre isolamento (mm)	Diâmetro externo (mm)	Capacidade de Corrente Nominal (A)	Peso Total Kg/km	Reatância (Ω/km)	Capacitância (μF/km)	Raio de curvatura	
								Durante instalação (mm)	Final (mm)
500	26,40	37,10	45,90	740	5745	0,095	0,523	1377	689
630	31,55	41,4	50,2	830	7225	0,091	0,592	1506	753
1000	40,60	51,30	60,10	1015	11135	0,084	0,752	1803	902

Obs.: Condutores isolados utilizados para interligar equipamentos externos com as Celdas de Media Tension, tipo *MetalClad (Swichtgear)*.

6.3.2.4 Condutores em chapa de cobre
Tabela 7: Características técnicas dos condutores em chapa de cobre

Quantidade de chapas da barra principal (Un)	Seção (mm ²)	Material	Capacidade de Corrente nominal (A)	Tipo de Isolação
2	800	Cobre	1250	Resina epóxi ou termocontrátil
2	1000		2500	

OBS: Condutores em chapa de cobre utilizados na barra de 13,8 kV das Celdas de Media Tension tipo *MetalClad (Swichtgear)*.

6.3.3 Aplicação dos Condutores
Tabela 8: Indicação do tipo do condutor utilizado em cada trecho.

Descrição	Tipo de condutor			Setor
	Pequeno Porte	Grande Porte tipo 1	Grande Porte tipo 2	
Entradas e saídas de linha	Cabo em liga de Al 160 mm ²	Cabo em liga de Al 315 mm ²	Cabo em liga de Al 315 mm ²	69 kV
Barra Principal e Transferência	Tubo de Alumínio de 1. ¼ "	Tubo de Alumínio de 2"		
Ligações entre barras	Tubo de Alumínio de 1. ¼ "	Tubo de Alumínio de 1. ¼ "		
Ligações entre barras e equipamentos	Tubo de Alumínio de 1. ¼ "	Tubo de Alumínio de 1. ¼ "		
Ligações entre equipamentos	Cabo em liga de Al 160 mm ²	Cabo em liga de Al 315 mm ²		
Vão do Transformador de Potência e Barras 13,8 kV	Cabo cobre 240 ou 300 mm ²	Cabo cobre 2x300 mm ²		13,8 kV (aéreo)
Saídas de AL, TSA e BC, TP e Regulador	Cabo 120 mm ²			13,8 kV (abrigado)
Alimentação das Celdas de Media Tension tipo <i>MetalClad (Swichtgear)</i> , Saídas de AL, TSA, BC	Cabo isolado 500 mm ²	Cabo isolado de 630 mm ² ou 1000 mm ²		
Barramento das Celdas de Media Tension tipo <i>MetalClad (Swichtgear)</i>	Chapa de cobre 2x800 mm ² , 1250 A, isolado em resina epóxi, uso interno	Chapa de cobre 2x1000 mm ² , 2500 A, isolado em resina epóxi, uso interno		Barra Principal 13,8 kV abrigado

Assunto: Subestação de Distribuição Aérea e Semi-abrigada 72,5 - 15kV**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

6.3.4 Equipamentos e Materiais

Todos os equipamentos, cadeias de isoladores, isoladores de pedestal, iluminação e tomadas, aterramentos, utilizados nas listas de matérias dos vãos de cada subestação a seguir, constam no padrão de Detalhes de Instalação e Montagem de Equipamentos e Materiais PS 052, com a lista de todo o material necessário para instalação destes individualmente. Os equipamentos são adquiridos através das Especificações Técnicas Corporativas. Os materiais utilizados possuem desenho que fazem parte do Padrão de Material PM 01.

Na elaboração da lista de material adotou-se para as estruturas o seguinte critério quanto à utilização das arruelas:

- a) As arruelas quadradas devem ser usadas em conjunto com o parafuso, sendo uma fixada entre a cabeça do mesmo e outra entre a porca e a superfície de concreto, com o fim de evitar o contato direto da porca ou da cabeça do parafuso com as superfícies de concreto.
- b) As arruelas redondas devem ser utilizadas entre a cabeça do parafuso, ou antes, da porca e as superfícies metálicas com o fim de evitar o contato direto da porca ou da cabeça do parafuso com as superfícies metálicas.
- c) As arruelas de pressão devem ser utilizadas com o fim de evitar o afrouxamento da porca, isto é, substituir a contra porca utilizada para evitar folgas por conta de vibrações normais das seccionadoras.

6.3.5 Espaçamentos Elétricos e Distâncias de Segurança**6.3.5.1 Espaçamentos elétricos do setor de 69 e 13,8kV**

Para determinação dos requisitos de área da subestação, torna-se indispensável determinar as distâncias a que os condutores devem permanecer afastados, entre si, de estruturas, e do pessoal ou veículos em trânsito na área. Distinguem-se, fundamentalmente três tipos de distâncias principais a considerar, "*Clearances*": *clearance* fase-terra entre partes vivas e estruturas aterradas, paredes, telas, chão; *clearance* fase-fase entre partes vivas de fases diferentes. Para os espaçamentos mínimos no ar fase-fase e fase-terra ver Tabela 10. Os demais espaçamentos foram definidos nos estudos de coordenação de isolamento feitos pela CIGRÉ/ELETOBRAS, conforme Tabelas 9, 10 e 11.

6.3.5.2 Espaçamentos de projeto

Uma vez estabelecidas às distâncias mínimas entre fase-terra e fase-fase, o conhecimento dos espaçamentos a serem adotados nos projetos decorre da consideração de ação do vento e do curto-circuito, causando balanço de condutores e cadeias de isoladores, com possibilidade de aproximação de condutores. Além destes espaçamentos, deve ser prevista também a possibilidade de circulação de pessoal, de equipamentos e até de veículos, conforme Tabela 12. Assim, dentro de uma subestação, deve ser mantida uma distância de segurança em ar resultante da soma dos seguintes valores: uma distância mínima relacionada à tensão suportável nominal de impulso que determina uma região em torno das partes energizadas da subestação, com a finalidade de dimensionar o afastamento de condutores sobre passagem de pedestres e de veículos, assim como entre partes energizadas da subestação e equipamentos ou equipamentos em manutenção; uma zona de segurança que depende essencialmente da altura dos operadores e da natureza do trabalho a ser realizado, incluindo o acesso ao equipamento.

Assunto: Subestação de Distribuição Aérea e Semi-abrigada 72,5 - 15kV
Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

6.3.5.3 Distâncias Básicas de Segurança
Tabela 9: Distâncias, alturas de segurança sem e com porte de ferramentas ou haste metálica

Descrição	Espaçamento	Fonte/Figura correspondente
Altura padrão de uma pessoa com os pés no chão e braços levantados	2,25m	CIGRÈ /Figura 6.1
Largura padrão ocupada horizontalmente por uma pessoa, considerada a distância entre extremidades dos braços	1,75m	CIGRÈ/ Figura 6.2.
Altura máxima do alcance de uma pessoa acima do plano de trabalho	1,25m	CIGRÈ/ figura 6.4
A altura padrão de uma pessoa com os pés no chão e braço levantado com uma ferramenta	2,45m	CIGRÈ/ Figura 6.1
Largura máxima ocupada horizontalmente por uma pessoa com uma ferramenta na mão	2,0m	CIGRÈ/ Figura 6.2
A altura máxima do alcance de uma pessoa com uma ferramenta na mão acima do plano de trabalho	1,5m	CIGRÈ/ Figura 6.4

6.3.5.4 Espaçamentos Elétricos Mínimos e de Segurança
Tabela 10: Espaçamentos e Distâncias mínimas fase-fase, fase-terra e de segurança.

Grandezas	Unidade	Valores Considerados			Fonte de Referência
Tensões Nominais					
Do sistema	kV eficaz	13,8	34,5	69	NBR-7571
Do equipamento de manobra	kV eficaz	15,0	38	72,5	NBR-7118
NBI de isoladores e seccionadoras	kV crista	110	200	350	
Espaçamentos mínimos em ar metal a metal (nota 1)					
Fase- terra t (nota 2)	m	0,20	0,38	0,69	NBR-8186
Fase- fase f (nota 3)	m	0,30	0,48	0,79	
Distâncias mínimas de segurança (nota 1)					
Valor básico "d1"	m	0,65	0,80	0,95	GRIDIS
Vertical, do chão até base de isoladores "a"	m	2,25	2,25	2,25	CIGRÉ
Vertical, do chão até partes vivas $V=a+d1$	m	2,90	3,05	3,20	
Horizontal, de plataformas a partes vivas $H=e+d1$	m	1,45	1,60	1,75	

NOTAS:

- 1) Estes espaçamentos são válidos para altitudes até 1000m, e não incluem qualquer margem para levar em conta tolerâncias de construção, efeitos de vento, de curto-circuito ou de dilatação térmica.
- 2) Distâncias entre pontos mais próximos de condutor e de estrutura ou barreira aterrada.
- 3) Os valores são os dados pela NBR 8841 acrescido de 10% ou pelo menos 10cm, para tornar o valor fase-fase sensivelmente superior ao valor fase-terra.

Assunto: Subestação de Distribuição Aérea e Semi-abrigada 72,5 - 15kV
Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

Tabela 11: Espaçamentos de Seccionadores e barramentos

Tensão Nominal (kV)	NBI (kV)	Chaves Seccionadoras ao tempo						Barramento Rígido (mm)		Barramento Flexível (mm)	
		Abertura Vertical (mm)		Abertura Lateral (mm)		Chifres /Fusíveis (mm)		F-F	F-T	F-F	F-T
		F-F	F-T	F-F	F-T	F-F	F-T				
15	110	610	360	760	450	920	540	310	180	800	540
72,5	350	1520	930	1830	1120	2130	1300	790	640	1830-2130	1070-1300

NOTA: Para altitudes acima de 2.000m, adicionar parcelas de 4% para cada 300m.

6.3.5.5 Espaçamentos Elétricos do setor 69kV
Tabela 12: Distâncias, alturas de segurança sem e com porte de ferramentas ou haste metálica

Descrição	Espaçamento
Distância vertical mínima ao nível das bases (sem consideração de flechas)	
Sobre passagem de pedestre	3,40m
Sobre estrada de serviço Figura 6.8	6,8m,
Alturas dos barramentos do setor 69kV - NBI 350kV	
Altura do barramento superior da subestação de Pequeno e Grande Porte tipo 1	10m
Altura do barramento inferior da subestação de Pequeno e Grande Porte tipo 1	3,4m
Altura do barramento superior da subestação de Grande Porte tipo 2	9,9m
Altura do barramento inferior da subestação de Grande Porte tipo 2	6,0m
Altura da barra principal da subestação de Pequeno e Grande Porte tipo 1	6,65m
Altura da barra transferência na subestação de Pequeno e Grande Porte tipo 1	8,5m
Altura da barra principal / transferência na subestação de Grande Porte tipo 2	8,40m

6.3.6 Proteção Contra Contatos Acidentais

A proteção contra contatos acidentais de animais, deve ser feita através de coberturas protetoras, instaladas nos condutores que interligam o barramento com: os terminais de fase da média tensão dos Transformadores de Potência, os Religadores, os Disjuntores de 15 kV e os condutores de média tensão do Transformador de Serviços Auxiliares, até uma altura de 80 cm. A proteção das buchas de fase da média tensão dos Transformadores de Potência, dos Religadores, dos Disjuntores de 15 kV e nas buchas de média tensão do Transformador de Serviços Auxiliares, deve ser feita através de Protetor em fibra de vidro ou similar. O material supra citado está computado na lista de material do Vão do Transformador (Vão TR), Vão do Religador (Vão RL), Vão de Disjuntor de 15 kV (Vão de DJ e DJT) e no Vão do Transformador de Serviços Auxiliares (Vão TSA).

As proteções podem deixar de serem instaladas, quando os Disjuntores de 15 kV forem do tipo e modelo com pólos e não permitir tal instalação.

6.4 ATERRAMENTO E BLINDAGEM
6.4.1 Malha de Terra

A malha de Terra deve ser constituída com cabo de cobre nu, meio duro, enterrado a uma profundidade de 0,5m a partir do nível da terraplenagem e colocado hastes de aterramento em aço cobreado circular de 17,3 de diâmetro e 3000mm de comprimento. O aterramento de estruturas e equipamentos nas subestações de Pequeno Porte e Grande Porte deve ser feito com os condutores de aço cobreado de 70 mm² (7x7 AWG) e 95 mm² (7x6 AWG). O número de hastes colocadas na Subestação pode ser calculado, mas de um modo geral a distribuição deve ser, colocar hastes no neutro do Transformador, Pára-raios, no neutro dos

Assunto: Subestação de Distribuição Aérea e Semi-abrigada 72,5 - 15kV**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

Reguladores, ângulos agudos dos cantos da malha (3 a 4 hastes) e nos quatro ângulos da casa de comando, na periferia interna e externa da malha de 10 em 10m aproximadamente, ou de 12 em 12m.

Para evitar que haja grande concentração de potencial nos cantos da malha, deve ser dado um formato aproximadamente elíptico ou arredondado à malha. Devem ser eliminados os possíveis caminhos de transferência de potenciais perigosos da malha para as áreas circunvizinhas, tais como canos telefônicos, trilhos, etc.

Os Secionadores tripolares de 72,5 e 15 kV, devem possuir uma malha de equalização de potencial, instalada a 200 mm de profundidade, para proporcionar maior segurança aos operadores, nas manobras.

O aterramento dos portões deve ser feito com cabo de aço cobreado de 70 mm² (7x7 AWG), meio duro, conforme detalhe de instalação do desenho DES-052.46 do CNS-OMBR-MAT-18-0145-EDCE Detalhes de Instalação e Montagem de equipamentos e materiais 72,5–15 kV.

As conexões das hastes de aterramento à malha de terra, cabo à malha de terra e cabo/cabo da malha de terra, devem ser feita com solda exotérmica, conforme detalhes dos desenhos 052.52 e 052.53 do OS 052.

As conexões dos equipamentos, estruturas, e portões devem ser do tipo aparafusadas, conforme detalhes do CNS-OMBR-MAT-18-0145-EDCE Detalhes de Instalação e Montagem de equipamentos e materiais 72,5–15 kV.

O material destinado à instalação da malha de terra, não foi adicionado nos vãos, deve ser acrescentado pelo projetista.

6.4.2 Blindagem

A proteção contra descargas diretas deve ser feita por meio de hastes montadas sobre as estruturas, conforme detalhes dos desenhos 052.54 e 052.55 do CNS-OMBR-MAT-18-0145-EDCE Detalhes de Instalação e Montagem de equipamentos e materiais 72,5–15 kV.

O material para instalação das hastes está computado em todos os vãos. No critério de distribuição das hastes foi considerado o ângulo de proteção e cobertura de 30°, atendendo aos requisitos do Critério de Projeto WKI-OMBR-MAT-18-0063-EDCE Subestação de Distribuição Aérea e Semi-abrigada 72,5 – 15 kV.

6.4.3 Aterramento de Cercas e Portões

As necessidades de aterramento de cercas e portões se devem, a possibilidade de transferência de potenciais perigosos da malha para pontos distantes, expondo pessoas a riscos de choques com tensões fatais. Caso a cerca encontre-se sobre o terreno malhado, deve ser aterrada diretamente na malha. Em geral, a cerca limite de propriedade é distante da área malhada da subestação, neste caso deve ser necessariamente isolada da malha. Caso alguma parte da cerca cruze a malha, este trecho deve ser isolado do restante da cerca e aterrado conforme acima mencionado. Quando o trecho da cerca estiver localizado sob passagens de linhas de transmissão, deve ser seccionado e isolado do restante da cerca, para evitar acidentes devido a eventual queda de cabo ou indução, devendo ser aterrado no local sem conexões com a malha de terra da Subestação. Na implantação das medidas acima utilizamos o seguinte: Cabo de aço cobreado de 70mm² (7x7 AWG) nos aterramentos da cerca, sendo estes espaçados de 30 em 30 metros.

Para o aterramento das cercas e portões devem ser seguidas as prescrições do WKI-OMBR-MAT-18-0063-EDCE Subestação de Distribuição Aérea e Semi-abrigada 72,5 – 15 kVe está detalhado nos desenhos 052.49 e 052.50 do CNS-OMBR-MAT-18-0145-EDCE Detalhes de Instalação e Montagem de equipamentos e materiais 72,5–15 kV.

6.5 ILUMINAÇÃO E TOMADAS**6.5.1 Níveis de iluminação**



Assunto: Subestação de Distribuição Aérea e Semi-abrigada 72,5 - 15kV

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

A iluminação dos pátios externos e circulação devem ter um nível de iluminamento mínimo de 5 lux. Na área energizada da subestação e pátios de manobras, o nível de iluminamento deve ser na ordem de 15 lux, tanto no solo como na superfície dos equipamentos a serem verificados periodicamente.

Assunto: Subestação de Distribuição Aérea e Semi-abrigada 72,5 - 15kV
Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

6.5.2 Iluminação Principal

Nos pátios dos setores de 69 e 13,8kV, a iluminação deve ser feita com luminárias montadas sobre postes de concreto 300/9 tipo B, localizadas nas extremidades do pátio, próximo ao portão com a finalidade de facilitar manutenção ou uma eventual montagem e desmontagem. Os detalhes de montagem e material para instalação constam, nos desenhos 052.29 a 052.32 do CNS-OMBR-MAT-18-0145-EDCE Detalhes de Instalação e Montagem de equipamentos e materiais 72,5–15 kV.

Devem ser disponibilizados dois projetores móveis, sendo 01 de 220 Vca e outro de 125 Vcc, com potência e detalhes de instalação a serem definidos pelo órgão de projeto.

6.5.3 Iluminação de emergência

Devem ser instaladas na casa de comando e nos pátios de 69 e 13,8 kV próximo dos equipamentos principais. O detalhe de montagem e material para instalação está no desenho DES-052.33 do CNS-OMBR-MAT-18-0145-EDCE Detalhes de Instalação e Montagem de equipamentos e materiais 72,5–15 kV.

6.5.4 Tomadas do Pátio

Devem ser instalados conjuntos de tomadas trifásicas e monofásicas, alimentadas pelo sistema 380/220 Vac, a prova de tempo, fixadas nas estruturas suportes de barramentos, próximo ao transformador e no setor de 13,8kV, pontos selecionados de modo que toda área do pátio seja atendida. Os detalhes de montagem e material para instalação estão no desenho 052.34 do CNS-OMBR-MAT-18-0145-EDCE Detalhes de Instalação e Montagem de equipamentos e materiais 72,5–15 kV.

Deve ser instalado também um ponto de conexão trifásico, próximo aos transformadores de potência em circuito derivado do secundário do TSA, para alimentação da máquina de tratamento de óleo através de termovácuo. O detalhe de instalação e montagem e a lista de material fazem parte do desenho 052.27, CNS-OMBR-MAT-18-0145-EDCE Detalhes de Instalação e Montagem de equipamentos e materiais 72,5–15 kV. Neste padrão o material está computado no Vão de TSA.

6.5.5 Iluminação e Tomadas da Sala de Baterias

As luminárias e tomadas da sala de baterias devem ser do tipo aparente, à prova de explosão, gases e vapores, alimentadas pelo sistema 220Vca. Deve ser instalada uma luminária com lâmpada incandescente, alimentada em 125 Vcc, para emergência.

6.6 ELETRODUTOS

Os eletrodutos utilizados nos equipamentos devem ser de PVC rígido, conforme especificados nas listas de materiais referentes a cada vão e nos detalhes de instalação e montagem dos equipamentos e luminárias do CNS-OMBR-MAT-18-0145-EDCE Detalhes de Instalação e Montagem de equipamentos e materiais 72,5–15 kV.

Tabela 13: Bitola dos eletrodutos utilizados nos equipamentos, iluminação e tomadas.

Equipamentos	Eletrodutos
Banco de Capacitores	2 x $\phi 2''$
Caixa de ligação do ponto de conexão trifásico	1 x $\phi 2''$
Disjuntor Tripolar de 72,5 kV	3 x $\phi 1.1/2''$
Disjuntor de 15 kV	3 x $\phi 1.1/2''$
Iluminação de Emergência do Pátio	1 x $\phi 3/4''$
Iluminação de Pátio	1 x $\phi 1''$
Religador de 15 kV	3 x $\phi 1.1/2''$
Seccionador Tripolar Manual C/LT e S/LT 69 ou 13,8 kV	1 x $\phi 1.1/2''$
Seccionador Tripolar Motorizado C/LT e S/LT 69 ou 13,8 kV	2 x $\phi 1.1/2''$
Tomadas do Pátio	1 x $\phi 1''$

Assunto: Subestação de Distribuição Aérea e Semi-abrigada 72,5 - 15kV
Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

Transformador de Serviços Auxiliares 75 kVA	2 x ϕ 2"
Transformador de Corrente 72,5 kV	PS-052, Des-052.03
Transformador de Corrente 15 kV	PS-052, Des-052.15
Transformador de Potência	4 x ϕ 2"
Transformador de Potencial 72,5 kV	PS-052, Des-052.04
Transformador de Potencial 15 kV	PS-052, Des-052.16

6.7 EDIFICAÇÕES E OBRAS CIVIS

6.7.1 Terraplenagem

Deve ser executada conforme projeto específico da subestação, elaborado de acordo com as prescrições do WKI-OMBR-MAT-18-0063-EDCE Subestação de Distribuição Aérea e Semi-abrigada 72,5 – 15 kV.

6.7.2 Drenagem e Pavimentação

Deve ser executada conforme projeto específico da subestação, elaborado de acordo com as prescrições do WKI-OMBR-MAT-18-0063-EDCE Subestação de Distribuição Aérea e Semi-abrigada 72,5 – 15 kV.

A bacia de drenagem dos transformadores deve ser construída de modo a permitir o fácil escoamento do óleo, devendo ser revestida de material impermeável, interligada a uma caixa coletora de óleo.

A(s) caixa(s) coletora(s) de óleo do(s) transformador(es), desenho 051.19 deve(m) ser ligada(s) à caixa separadora de óleo desenho 051.13 ou 051.14. A caixa separadora deve ser situada fora da área dos pátios da Subestação.

6.7.3 Instalações Hidráulicas e Sanitárias

Deve ser executada conforme projeto específico da subestação, elaborado de acordo com as prescrições do WKI-OMBR-MAT-18-0063-EDCE Subestação de Distribuição Aérea e Semi-abrigada 72,5 – 15 kV.

Deve haver separação dos esgotos sanitários em relação aos esgotos pluviais.

6.7.4 Edificações

A casa de comando da subestação de Pequeno Porte tipos "A" e "B" devem ser conforme desenho 051.02.

A casa de comando das subestações de Grande Porte tipos "A" e "B" devem ser conforme desenhos 051.03.

Ambas podem ser construídas parcialmente com condições de ser ampliada até a configuração final.

6.7.5 Acesso e entradas de serviços

O acesso principal à Subestação, entre os transformadores de potência e o barramento de 15kV devem ser em paralelepípedo, na largura de cinco metros. A área com brita, deve ser contornada com meio-fio pré-moldados em concreto aparente, sobre alvenaria de tijolo, conforme os desenhos 051.04 e 051.05.

6.7.6 Recobrimento dos pátios

A área dos pátios que abrange a malha de terra deve ser recoberta com uma camada de brita, com espessura mínima de 10cm, nivelada conforme indicação de projeto. O diâmetro da brita deve variar entre 19 a 38mm.

6.7.7 Muros, Cercas e Portões

A delimitação do terreno da Subestação deve ser feita da seguinte forma:

- Em zona rural, cercas construídas com mourões e estacas de concreto armado de ponta inclinada, com fios de arame farpado conforme desenho 051.06 Fl. 1/2 ou cercas construídas com mourões e estacas de concreto armado de ponta inclinada, com mureta em alvenaria, na parte inferior com altura de 60cm e com fios de arame farpado conforme 051.06 Fl. 2/2.



Especificação Técnica no.144

Versão no.01 data: 02/03/2018

Assunto: Subestação de Distribuição Aérea e Semi-abrigada 72,5 - 15kV

Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

b) Em zona urbana, muro em alvenaria de tijolos ou em concreto pré-moldado com altura mínima de 2,20m.

Assunto: Subestação de Distribuição Aérea e Semi-abrigada 72,5 - 15kV
Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

O portão de acesso deve ser escolhido conforme prescrição a seguir:

- a) Para subestações delimitadas com cerca, o portão deve ser do tipo 1, de ferro composto de duas seções de 2,5m cada, conforme desenho 051.07 Fl. 1/2.
- b) Para subestações delimitadas com muro, o portão deve ser do tipo 2, de ferro composto de duas seções de 2,5m cada, conforme desenho 051.07 Fl. 2/2 ou de alumínio composto de duas seções de 2,5m cada, devendo obrigatoriamente ser aprovado pelos órgãos de engenharia e normas.

6.7.8 Bases e Canaletas

As bases dos equipamentos, canaletas e caixas devem ser projetadas conforme os desenhos padrões:

Tabela 14: Desenhos padrões para bases de equipamentos e canaletas.

Descrição	Desenho Padrão
Base para Transformador de Potência de 69-13,8 kV	051.08
Base para Religador trifásico 15 kV	051.09
Base para Banco de Capacitores 15kV, 1,8 MVar e 3,6 MVar	051.10
Canaletas do pátio	051.11
Canaletas da casa de comando	051.12
Caixa separadora de óleo tipo A	051.13
Caixa separadora de óleo tipo B	051.13
Caixa separadora de óleo tipo C	051.13
Caixa de Passagem com dimensões até 0,35 x 0,35 cm, com de brita	051.14
Caixa de Passagem com dimensões até 0,35 x 0,35 cm, com fundo de concreto	051.14
Caixa de Passagem com dimensões acima de 0,35 x 0,35 cm, com de brita	051.15
Caixa de Passagem com dimensões acima de 0,35x 0,35 cm, com fundo de concreto	051.15
Caixa de Passagem para saída de linha de 15 kV	051.16

6.7.9 Postes Padronizados e engastamento

O engastamento dos postes deve ser a partir do nível do terreno, conforme desenho 051.17 e Tabela 15. O engastamento pode ser com ou sem a utilização de manilha, dependendo do tipo de solo e deve ser definido pelo órgão de engenharia no projeto específico de cada subestação.

Tabela 15: Postes padrões e engastamentos

Postes de Concreto Armado Padronizados				
Comprimento Nominal (m)	Tipo	Esforço (daN)	Engastamento	Engastamento com manilha diâmetro d ₂
4,5	B	600	2,00 (*)	1,20
9	B	300	1,50	
10,5	B	300	2,10 (*)	
	B-1,5	1000		
12	B-1,5		1,80	
14	B-1,5		2,00	
23	B-3	1500	2,90	1,50

NOTA:* Para adequar as alturas dos barramentos não deve ser utilizada a fórmula de engastamento padrão.

6.7.10 Instalação de vigas, anéis, capitéis e jabaguaras

As prescrições para instalações dos capitéis para suportes de TP's e TC's de 72,5 kV, suportes Jabaquara para montagem dos Seccionadores, anéis e vigas, estão apresentadas no desenho 051.18 e 051.19.

Assunto: Subestação de Distribuição Aérea e Semi-abrigada 72,5 - 15kV
Áreas de aplicação

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

6.8 PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO

A proteção contra incêndio apresentada nesta especificação tem como referência as normas brasileiras, NBR 13231, NBR 12693 e NBR 13859.

6.8.1 Requisitos construtivos das edificações

Os ambientes da casa de comando devem ser protegidos contra o risco de incêndio através de extintores portáteis de incêndio, nos termos definidos na NBR 12693, devendo obedecer às prescrições da Tabela 16.

Tabela 16: Características construtivas da sala de comando e sala de baterias

Sala de Comando e Sala de Baterias		
Piso	Concreto armado ou simples	Pavimentação incombustível
Parede da sala de comando	Alvenaria de tijolo	Revestimento incombustível
Parede da sala de baterias	Alvenaria de tijolo	Revestimento incombustível e lavável
Laje de forro	Concreto armado ou pré-moldada	Revestimento ou forro falso incombustível
Pé direito da sala de baterias	Mínimo de 2,00 m	
Pinturas das paredes e forros	Caiação ou tinta solúvel em água a base de PVA	
Esquadrias da sala de baterias	Metálicas	Abertura para fora
Instalações elétricas da sala de baterias	À prova de explosão e iluminação de emergência com interruptor do lado externo	
Instalações elétricas da sala de comando	Convencionais e iluminação de emergência	

A sala de baterias deve ter pelo menos uma das paredes externas. No interior da sala não devem ser colocados retificador, destilador, grupo gerador, nem quaisquer móveis dentro da mesma.

Devem ser afixadas placas de "NÃO FUME" e "PERIGO DE EXPLOSÃO" na porta de acesso e no interior da sala.

6.8.2 Parede corta fogo

As subestações de pequeno e grande porte devem ter parede corta fogo quando nestas forem utilizados dois ou mais transformadores de potência, conforme definido WKI-OMBR-MAT-18-0063-EDCE Subestação de Distribuição Aérea e Semi-abrigada 72,5 – 15 kV.

A parede deve ser executada conforme desenho 051.20 e dimensionais mínimos apresentados na Tabela 17.

Tabela 17: Dimensão mínima da parede corta fogo

Descrição	Dimensões
Altura	0,40 m acima do topo do tanque conservador de óleo
Comprimento total	Ultrapassar o comprimento total do transformador protegido em 0,6 m
Distância de separação entre a parede e o equipamento	0,5 m

6.8.3 Localização e quantidade de extintores

A sala de comando deve ser protegida, por no mínimo 02 unidades de extintores portáteis de gás carbônico (CO₂) 6Kg. A sala de baterias deve ser protegida por no mínimo 01 extintor de pó químico 12Kg.

Tanto o pátio de 69 kV como o de 13,8kV deve ser protegido por no mínimo 01 unidade extintora de pó químico seco, tipo sobre rodas, com capacidade de 50kg.

Assunto: Subestação de Distribuição Aérea e Semi-abrigada 72,5 - 15kV**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

6.8.3.1 Para instalação dos extintores portáteis, nas salas de comando e baterias, devem ser observadas as seguintes exigências:

- Os extintores devem ser fixados à parede, com suportes que resistam a 03 vezes a sua massa total;
- Os extintores devem ser sinalizados e identificados conforme NBR 7532;
- A alça de manuseio deve ficar no máximo a 1,6m do piso acabado;
- A parte inferior deve ficar no mínimo a 0,2m do piso acabado;
- Os extintores não devem ser colocados junto ao risco a proteger e em escadas;
- Devem ser colocados em locais bem visíveis e de fácil acesso.

6.8.3.2 Para instalação dos extintores tipo sobre rodas no pátio de 69 e 13,8 kV, devem ser observadas as seguintes exigências:

- A distância a ser percorrida não deve exceder a 15m;
- Os extintores devem ser sinalizados e identificados conforme NBR 7532;
- Os extintores devem possuir rodas dimensionadas para deslocamento sobre superfícies irregulares;
- Devem ser instalados em abrigos de proteção contra intempéries;
- Para deslocamento dos extintores, devem ser aproveitadas as tampas de canaletas e áreas pavimentadas.

A locação para abrigo das unidades extintoras tipo carretas, no pátio das subestações, devem ser definidas quando da locação das bases dos equipamentos e edificações.

6.8.4 Sinalização

Todas as vistas do muro ou cerca de delimitação da subestação e o portão de acesso devem ser sinalizados com a advertência de "Perigo Alta Tensão", distribuídas da seguinte forma, 03 para cada vista e 01 para o portão.

6.9 SERVIÇOS AUXILIARES**6.9.1 Alimentação em Corrente Alternada**

O Transformador de Serviços Auxiliares, TSA, de 14,4/13,8/13,2kV/ 380-220V, 75kVA, utilizado nas subestações de Pequeno e Grande Porte da Enel Distribuição Ceará, está com o seu material de montagem e instalação computada no Vão de TSA.

6.9.2 Alimentação em Corrente Contínua**6.9.2.1 Subestação de Pequeno Porte**

- Um banco de bateria chumbo-ácido estacionária, ventilada ou regulada a válvula (selada), 100 A/h, 125 Vcc, 60 elementos, conforme MAT-OMBR-MAT-18-0107-INBR Bateria de Acumulador Chumbo-Ácido Estacionária, tipos A ou C.
- Retificador estático trifásico 380Vca/125Vcc, 25+25A, com ou sem quadro, conforme MAT-OMBR-MAT-18-0111-EDCE Retificadores, tipos A ou B.

6.9.2.2 Subestação de Grande Porte

- Um banco de bateria chumbo-ácido estacionária, ventilada ou regulada a válvula (selada), 150 A/h, 125 Vcc, 60 elementos, conforme MAT-OMBR-MAT-18-0107-INBR Bateria de Acumulador Chumbo-Ácido Estacionária, tipos B ou D.

Assunto: Subestação de Distribuição Aérea e Semi-abrigada 72,5 - 15kV**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço:

Linha de Negócio: - Infraestrutura e Redes

- Retificador estático trifásico 380Vca/125Vcc, 50+50A, com ou sem quadro, conforme MAT-OMBR-MAT-18-0111-EDCE Retificadorostipos C e D.

6.10 PROTEÇÕES

A filosofia de proteção deve obedecer às prescrições do CP 011, no qual estão detalhadas por vão. Os Diagramas Unifilares de Proteção e Medição, devem ser conforme desenhos 051.22 e 051.23, para as subestações de Pequeno e Grande Porte. Os relés de proteção devem ser conforme as especificações técnicas de relés citadas no item 5.8.

6.11 SISTEMA DIGITAL PARA AUTOMAÇÃO DE SUBESTAÇÃO

As subestações novas devem dispor de um Sistema Digital para Automação de Subestação obedecendo ao prescrito no WKI-OMBR-MAT-18-0063-EDCE Subestação de Distribuição Aérea e Semi-abrigada 72,5 – 15 kV.

7. ANEXOS

Fazem parte integrante deste padrão os seguintes anexos:

- ANEXO I - Desenhos Padrões
Distâncias de Segurança, Casa de Comando, Cercas, Portões, Bases, Canaletas, Caixas e Parede Corta Fogo.
- ANEXO II - Subestação de Pequeno Porte
Arranjos, Plantas e cortes setores 69 e 13,8 kV, por vão, com respectiva lista de material.
- ANEXO III - Subestação de Grande Porte tipo 1
Arranjos, Plantas e Cortes setor 69 kV, por vão, com respectiva lista de material.
- ANEXO IV - Subestação de Grande Porte tipo 2
Arranjos, Plantas e Cortes setor 69 kV, por vão, com respectiva lista de material.
- ANEXO V - Subestação de Grande Porte tipos 1 e 2
Arranjos, Plantas e Cortes setor 13,8 kV, por vão, com respectiva lista de material.
- ANEXO VI - Lista Geral
Lista Geral de todo material utilizado neste padrão.
- ANEXO VII - Unifilares
Diagramas Unifilares de Proteção e Medição das Subestações de Pequeno Porte e Grande Porte.