



***Sistema Monofilar com retorno por
terra – Critérios para projetos e
padronização de estruturas***

Revisão 03 – 08/2018

NORMA ND.44

ELEKTRO Redes S.A.
Diretoria de Processos e Tecnologia
Superintendência de Redes
Gerência de Normalização de Redes

Empresa do Grupo Neoenergia

Rua Ary Antenor de Souza, 321 – Jd. Nova América
Campinas – SP
Tel.: (19) 2122 - 1000
Site: www.elektro.com.br

ND.44

**Sistema Monofilar com retorno
por terra – Critérios para
projetos e padronização de
estruturas**

Campinas – SP, 2018

128 páginas



Aprovação

Frederico Jacob Candian
Superintendente de Redes

Elaboração

Edmilson Landenberger Menegatti

Rafael Pires Domingues

Roberto Baptista Ribeiro

ND.44

À ELEKTRO é reservado o direito de modificar total ou parcialmente o conteúdo desta norma, a qualquer tempo e sem prévio aviso considerando a constante evolução da técnica, dos materiais e equipamentos bem como das legislações vigentes.

INDICE

1	OBJETIVO.....	13
2	CAMPO DE APLICAÇÃO	13
3	DEFINIÇÕES.....	13
4	REFERENCIA NORMATIVAS	13
4.1	Normas técnicas brasileiras	13
4.2	Normas técnicas da ELEKTRO.....	13
5	CONDIÇÕES GERAIS	14
5.1	Incorporação de rede	14
6	CONDIÇÕES E ORIENTAÇÕES ESPECÍFICAS.....	14
6.1	Diretrizes para projeto.....	14
6.1.1	Dimensionamento elétrico.....	14
6.1.2	Queda de Tensão.....	15
6.1.3	Dimensionamento mecânico.....	16
6.1.4	Postes.....	18
6.1.5	Estruturas básicas	18
6.1.6	Critérios para utilização de estruturas primárias	18
6.1.7	Estaiamento e engastamento dos postes	20
6.1.8	Afastamentos mínimos	20
6.1.9	Proteção	21
6.2	Limpeza e conservação de faixa	21
6.3	Simbologia	22
6.4	Numeração das estruturas e equipamentos	22
6.5	Eletrificação rural.....	22
6.5.1	Consulta preliminar.....	22
6.5.2	Elaboração e apresentação do projeto.....	22
6.5.3	Ponto de entrega	22
6.5.4	Posto de transformação	23
6.5.5	Cálculo de carga instalada e demanda.....	23
6.5.6	Padrão de entrada rural em baixa tensão	23
6.5.7	Partida de motor monofásico.....	24
6.6	Rede rural executada por particular.....	24
7	ATERRAMENTOS.....	25
7.1	Aterramentos de Redes de MRT.....	25
7.1.1	Projeto do sistema de aterramento.....	25
7.2	Aterramentos de cercas	25
7.2.1	Cercas paralelas	25
7.2.2	Aterramento paralelo à cerca	25
7.2.3	Aterramento dirigido à cerca.....	25
7.2.4	Cercas transversais	26
7.2.5	Porteira de arame	26
7.2.6	Cercas eletrificadas.....	26
8	TRANSFORMADOR DE ISOLAMENTO.....	26

ÍNDICE DE DESENHOS

Engastamentos de postes - Engastamento normal.....	ND.44.01.01/1
Engastamento de postes - Base reforçada (escora de subsolo).....	ND.44.01.02/1
Engastamento de postes - Sapata para pântano.....	ND.44.01.03/1
Engastamento de postes - Base concretada.....	ND.44.01.04/1
Afastamentos mínimos - Na estrutura.....	ND.44.02.01/1
Afastamentos mínimos - Compartilhamento de infraestrutura.....	ND.44.02.02/1
Afastamentos mínimos - Entre condutores de circuitos diferentes.....	ND.44.02.03/1
Afastamentos mínimos - Entre condutores e o solo.....	ND.44.02.04/1
Estruturas básicas - Estruturas e símbolos.....	ND.44.03.01/1
Estruturas básicas - Estrutura U1.....	ND.44.03.02/1
Estruturas básicas - Estrutura U2.....	ND.44.03.03/1
Estruturas básicas - Estrutura U3.....	ND.44.03.04/1
Estruturas básicas - Estrutura U4.....	ND.44.03.05/1
Estruturas básicas - Estrutura U5.....	ND.44.03.06/1
Derivação de rede - Estrutura U3-U3.....	ND.44.03.07/1
Derivação de rede - Estrutura U1-U3 Ramal de rede sem chave fusível.....	ND.44.04.01/1
Derivação de rede - Estrutura U1-U3 Ramal de rede com chave fusível.....	ND.44.04.02/1
Travessias de rede - Sobre vias públicas - Estrutura U4.....	ND.44.05.01/1
Travessias de rede - Sobre vias públicas - Estrutura U3-U3.....	ND.44.05.02/1
Proteção contra sobretensões - Instalação de para-raios em estrutura U1.....	ND.44.06.01/1
Proteção contra sobretensões - Instalação de para-raios em estrutura U3.....	ND.44.06.02/1

Proteção e manobra – Chave fusível com porta fusível ou lâmina desligadora - Estrutura U4	ND.44.07.01/1
Aterramento - Condutor para aterramento externo ao poste.....	ND.44.08.01/1
Aterramento - Condutor para aterramento interno ao poste.....	ND.44.08.02/1
Estaiamento - Âncora de chapa de aço	ND.44.09.01/1
Estaiamento - Âncora em rocha na superfície.....	ND.44.09.02/1
Estaiamento - Âncora em rocha no subsolo.....	ND.44.09.03/1
Estaiamento - Âncora em pântano.....	ND.44.09.04/1
Estaiamento - Poste a contraposte.....	ND.44.09.05/1
Seccionamento e aterramento de cerca - Cerca transversal a rede.....	ND.44.10.01/1
Seccionamento e aterramento de cerca - Cerca paralela e/ou transversal.....	ND.44.10.02/1
Seccionamento e aterramento de cerca - Porteira de arame.....	ND.44.10.03/1
Seccionamento e aterramento de cerca - Malhas e suportes de sustentação de culturas vegetais	ND.44.10.04/1
Posto de transformação - Em estrutura U1.....	ND.44.11.01/1
Posto de transformação - Em estrutura U3.....	ND.44.11.02/1
Posto de transformação - Em estrutura U3 sem chave fusível.....	ND.44.11.03/1
Posto de transformação - Transformador de isolamento (ligação fase a fase).....	ND.44.11.04/1
Posto de transformação - Ligação de 2 ou mais clientes	ND.44.11.05/1
Amarrações de condutores - Primária - Com amarração pré-formada.....	ND.44.12.01/1
Amarrações de condutores - Primária - Com amarração convencional.....	ND.44.12.02/1
Amarrações de condutores - Primária - Ancoragem simples e dupla.....	ND.44.12.03/1
Detalhamentos - Estribo para grampo de linha viva.....	ND.44.13.01/1
Detalhamentos - Ligação de chave fusível e lâmina desligadora.....	ND.44.13.02/1

Detalhamentos - Ligação secundária e aterramento de transformador.....	ND.44.13.03/1
Detalhamentos - Seccionamento e aterramento de cerca.....	ND.44.13.04/1
Detalhamentos - Estaiamento com �ncora - Poste de concreto circular e duplo T	ND.44.13.05/1
Detalhamentos - Conexão de aterramento do transformador e do padrão de entrada..	ND.44.13.06/1

CONTROLE DE REVISÕES

Revisão	Data	Descrição
01	13/08/2008	<ul style="list-style-type: none">• Criação da norma
02	07/07/2014	<ul style="list-style-type: none">• Revisão de forma e conteúdo
03	15/08/2018	<ul style="list-style-type: none">• Inclusão no item 2 da obrigatoriedade de consulta preliminar para apresentação de projeto MRT e a partir do momento da implantação de norma de rede protegida compacta monofásica o novos projetos deverão ser com este tipo de rede.• Exclusão dos desenhos permitindo a derivação da rede monofásica de redes bifásicas ou trifásica.• Permitida somente a utilização de transformadores monofásicos nas potencias de 10 e 15 KVA.• Item 6.1.9.2 obrigatoriedade de instalação de para-raios em longos trechos de rede a cada 1 (um) quilômetros.• Inclusão do item 6.4 – Numeração das estruturas e equipamentos• Exclusão dos condutores de aço para novas redes.• Substituição dos isoladores de pino por isolador pilar• Substituição dos isoladores de disco de porcelana por suspensão polimérico.• Alteração do diametro da cordolha para estaiamento de rede para 7,94 mm (5/16") EMR classe B• Desenho ND.44.01.02/1, possibilidade de utilização de mistura solo/ cimento em substituição a tora de madeira no estai de sub-solo• Desenho ND.44.02.04/1 alterada a altura minima do condutor ao solo de Estradas rurais para 6,00 metros conforme norma NBR15688• Desenho ND.44.09.01/1 alterada a placa de concreto para placa de aço galvanizado.• Alteração nos Desenhos (sistema de aterramento) ND.44.11.01/1, 11.02/1, 11.03/1, 11.04/1, 11.05/1, 13.03/1 e 13.06/1.• Desenho ND.44.13.06/1 alterada a distancia do padrão ao transformador para 30 metros

1 OBJETIVO

Estabelecer os critérios para elaboração de projetos, e fixar as características mínimas e/ou básicas para montagens das estruturas de redes aéreas de distribuição de energia elétrica, sistema monofásico com retorno por terra (MRT), nas tensões primárias nominais de 7,967 kV e 19,919 kV, utilizadas na área de concessão da ELEKTRO.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplica-se aos projetos e construção de redes aéreas de distribuição com sistema monofásico, retorno por terra (MRT), na área de concessão da ELEKTRO.

A aplicação desta norma esta condicionada a consulta preliminar junto a Elektro que ira avaliar a disponibilidade de instalação de novos transformadores MRT no alimentador.

A partir da implantação da norma de rede protegida compacta monofásica pela Elektro, os projetos deverão seguir a norma de rede compacta.

3 DEFINIÇÕES

Para fins desta norma, são adotadas as definições constantes das demais Normas da ELEKTRO, das normas técnicas da ABNT e outras terminologias nacionais e internacionais aplicáveis e o seguinte:

3.1

sistema MRT

o sistema Monofilar com Retorno por Terra (MRT) é composto por uma rede primária com único condutor-fase, que alimenta um ou mais transformadores de distribuição e o retorno da corrente é feita através do solo e circuito secundário de 3 (três) condutores (2 fases e neutro) nas tensões de 230/115 V.

4 REFERENCIA NORMATIVAS

4.1 Normas técnicas brasileiras

ABNT NBR 5422, *Projeto de linhas aéreas de transmissão de energia elétrica*

ABNT NBR 8158, *Ferragens eletrotécnicas para redes aéreas urbanas e rurais de distribuição de energia elétrica – Especificação*

ABNT NBR 8159, *Ferragens eletrotécnicas para redes aéreas urbanas e rurais de distribuição de energia elétrica – Formatos, dimensões e tolerâncias*

ABNT NBR 15214, *Rede de distribuição de energia elétrica - Compartilhamento de infraestrutura com redes de telecomunicações*

ABNT NBR 15688, *Redes de distribuição aérea de energia elétrica com condutores nus.*

ABNT NBR 15749, *Medição de resistência de aterramento e de potenciais na superfície do solo em sistemas de aterramento*

ABNT NBR 16527, *Aterramento para sistemas de distribuição*

4.2 Normas técnicas da ELEKTRO

ND.01, *Materiais e equipamentos para redes aéreas de distribuição de energia elétrica – Padronização.*

ND.05, *Conexões elétricas para redes aéreas de distribuição de energia elétrica.*

ND.10, *Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária a edificações individuais.*

ND.12 – *Redes protegidas compactas – Critérios para projetos e padronização de estruturas.*

ND.21, *Projetos de redes aéreas rurais de distribuição de energia elétrica - Sistema trifásico em 13,8 kV.*

ND.33, *Transformadores de Distribuição Especificação*

ND.40, *Simbologia para projetos de redes urbanas e rurais de distribuição de energia elétrica.*

ND.45, *Sistema Bifásico em 13,8 kV para Redes Aéreas Rurais de Distribuição de Energia Elétrica - Padronização*

ND.47, *Compartilhamento de infraestrutura de rede elétrica com redes de telecomunicações.*

ND.52, *Ligação de Motores nas redes de distribuição de energia elétrica*

ND.78, *Proteção de redes aéreas de distribuição.*

5 CONDIÇÕES GERAIS

A Rede Monofilar com Retorno por Terra deve ser utilizada para atendimento de consumidores em áreas rurais, com baixa densidade de carga e que não exijam a curto e médio prazo, interligação e ampliação do sistema elétrico.

Para utilização deste sistema, é obrigatória a consulta preliminar para que a Elektro verifique a disponibilidade do alimentador em receber esta nova rede.

Devem ser observadas as condições gerais descritas na Norma ND.21.

A utilização de rede MRT sera permitida somente quando derivar de uma rede MRT existente, com previa anuência da Elektro. Nos casos da rede existente ser bifásica ou trifásica a nova rede deverá no mínimo ser bifásica.

5.1 Incorporação de rede

Redes construídas por particulares e que passem por terreno de terceiro(s) serão incorporadas imediatamente ao patrimônio da distribuidora conforme regulamentação vigente.

Exclui-se da incorporação imediata o posto de transformação caso em que o cliente deverá manifestar-se sobre o desejo de doar o mesmo à distribuidora.

6 CONDIÇÕES E ORIENTAÇÕES ESPECÍFICAS

6.1 Diretrizes para projeto

6.1.1 Dimensionamento elétrico

6.1.1.1 Limites de fornecimento

- a) A carga instalada dos consumidores a serem atendidos por sistemas MRT deve ser menor ou igual a 50 kW, desde que não possuam motor com potência superior a 15 CV.
- b) A potência dos transformadores monofásicos padronizado são de 10 e 15 KVA. Ligações de transformadores com potências superiores a 15 KVA devem ser através de redes trifásicas.
- c) Por questões de proteção contra defeitos fase-terra, as cargas ligadas em MRT devem ser balanceadas de maneira que em qualquer ponto do alimentador (trancos, subtrancos e ramais trifásicos), a corrente residual ($I_n = I_a + I_b + I_c$) não ultrapasse 6 A. Pelo mesmo motivo, em qualquer tronco, sub-tronco ou ramal MRT, limita-se a corrente em 6 A.

- d) Nos casos em que a corrente de carga ultrapasse 6 A, recomenda-se a utilização de transformadores de isolamento com finalidade de confinar tais correntes de terra ao trecho considerado, minimizando os problemas de proteção.
- e) Recomenda-se também a instalação de transformadores de isolamento no início de ramais MRT que derivam de troncos trifásicos do sistema de 15 kV, onde existe(m) a montante, regulador(es) de tensão ligado(s) na configuração delta aberto. Com tal providência, serão minimizados os problemas advindos de prováveis flutuações do neutro dos reguladores e falta de regulação de fase.
- f) É permitido o atendimento de pequenas propriedades aglomeradas ou núcleos, por um único transformador MRT, cuja baixa tensão em forma de rede de distribuição for construída em frente às propriedades. A potência instalada do transformador MRT deve ser no máximo de 15 kVA, sendo que cada unidade consumidora pode possuir individualmente uma carga instalada igual ou inferior a 10 kW, e não possuir motores monofásicos superiores a 2,0 CV (ligados em 115 V) ou motores monofásicos superiores a 5,0 CV (ligados em 230 V).
- g) Os casos excepcionais serão avaliados pela ELEKTRO, que também definirá o número de consumidores a serem atendidos bem como a extensão da rede secundária de distribuição, observando a queda de tensão máxima de 3,5 % até o ponto de medição.
- h) O acionamento de motores monofásicos no MRT, está limitado à potência de 5 HP, caso em que poderão ser ligados diretamente, sem o auxílio de dispositivos limitadores de partida .
- i) Motores monofásicos de 7,5 CV ou superiores devem ser ligados com chaves compensadoras de partida ou dispositivos similares conforme norma ND.52

6.1.1.2 Tensões padronizadas

6.1.1.2.1 Tensões primárias

A tensão nominal da rede no sistema MRT é de acordo com a tensão da rede trifásica da qual derivar o ramal conforme Tabela 1.

6.1.1.2.2 Tensões secundárias

As tensões secundárias de alimentação dos consumidores ligados no sistema MRT são em 230/115 V.

6.1.1.2.3 Condutores de baixa tensão

Os condutores de baixa tensão que saem do secundário do transformador MRT até o ramal de entrada serão os mesmos utilizados para os demais padrões conforme norma ND.10 .

6.1.2 Queda de Tensão

A queda de tensão máxima na rede de distribuição primária é a compreendida entre o barramento da subestação e o ponto de entrega ou o ponto mais desfavorável que apresentar menor nível de tensão. Os limites de queda de tensão deverão atender os parametros do PRODIST da ANEEL.

A queda de tensão máxima será determinada em função do perfil de tensão obtido por meio de simulações de cálculo ou medições registradas.

Os fatores que influenciam na determinação do perfil são:

- comprimento da rede de distribuição;
- tipo e bitola do condutor;
- regime de variação da tensão na barra da subestação;
- queda de tensão na rede primária, no transformador de distribuição e na derivação do consumidor, até o ponto de entrega;

- cargas a serem supridas;
- taxa de crescimento da demanda.

6.1.2.1 Cálculo da queda de tensão

O cálculo da queda de tensão é feito pelo método de impedância, conforme Tabela 3, utilizando os coeficientes de queda de tensão percentual por MVA x km.

Os valores obtidos são valores médios e se referem a caminhos de retorno em solos de resistividade equivalente na faixa de 100 a 10.000 Ω x m.

Os valores de resistência de terra não fazem parte dos cálculos, entrando apenas na determinação das perdas no ramal.

6.1.3 Dimensionamento mecânico

6.1.3.1 Trações e flechas

As flechas e trações de montagens dos condutores utilizados nas redes rurais monofásicas estão especificadas nas Tabela 4 a Tabela 9.

6.1.3.2 Vão regulador

Para a aplicação das tabelas de flechas e trações para vãos contínuos (vãos nivelados, apoiados em diversos pontos intermediários e ancorados nas extremidades) deve ser calculado o vão regulador do trecho pela seguinte fórmula:

$$a_R = \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum a_i}}$$

Sendo:

a_R - comprimento do vão regulador, em metros;

a_i - comprimentos individuais dos vãos que compõe o trecho, em metros.

Nos projetos de redes de distribuição é usual empregar, também, a seguinte fórmula para o cálculo do vão regulador:

$$a_R = a_M + \frac{2}{3} \times (a_{MAX} - a_M)$$

Sendo:

a_R - comprimento do vão regulador, em metros;

a_M - média aritmética dos comprimentos dos vãos individuais que compõe o trecho, em metros;

a_{MAX} - vão máximo existente no trecho considerado, em metros.

6.1.3.3 Gabaritos

São utilizados dois gabaritos para projetos de redes de distribuição rural, ou seja, um gabarito para vãos contínuos e outro para vãos ancorados.

a) Gabarito para vãos contínuos

O gabarito para vãos contínuos é constituído das seguintes curvas:

- Curva de arrancamento:

Construída a partir das flechas calculadas para a temperatura mínima.

- Curva de flecha máxima:

A curva de flecha máxima é construída com as flechas calculadas para a temperatura máxima de 50 °C.

Linha da estrutura e linha do solo são linhas paralelas indicando, respectivamente, o pé das estruturas e a distância mínima, do condutor ao solo, na situação de flecha máxima.

b) Gabarito para vãos ancorados

A confecção do gabarito para vãos ancorados é mais simples, pois dispensa a curva de arrancamento e não há necessidade de conceito de vão básico.

A curva de flecha máxima é construída a partir das flechas calculadas para a temperatura máxima de 50 °C.

c) Gabaritos para projetos

Os gabaritos do cabo 4 AWG – CAA são os mesmos dos utilizados nos projetos de redes rurais trifásicas, conforme Norma ND.21.

6.1.3.4 Trações de projeto

a) As trações de projeto de cada condutor utilizado nas redes rurais monofásicas estão especificadas na Tabela 10.

b) A tração de projeto corresponde ao maior valor de tração que pode estar submetido o condutor, durante a vida útil da rede, e foi calculado a partir de uma das seguintes condições:

- condição de vento máximo, ocorrendo à temperatura de 15 °C.
- condição de temperatura mínima sem vento.

c) Para a presente Norma foram consideradas as condições de cálculo para redes médias:

- temperatura mínima de -5 °C.
- velocidade do vento de 100 km/h a uma temperatura ambiente de 15 °C

d) A pressão do vento atuando sobre superfície dos condutores e estrutura é determinada pelas seguintes equações:

- Para superfícies planas:

$$P = 0,00754 \times V^2$$

- Para superfícies cilíndricas:

$$P = 0,00471 \times V^2$$

sendo:

P - pressão do vento, em daN/m²;

V - velocidade do vento, em km/h

- Para superfícies cilíndricas, como nos condutores e postes circulares, nas condições acima, para redes médias a pressão do vento será de: 47,10 daN/m².

- Para superfícies planas, como nos postes de concreto seção duplo T, a pressão máxima do vento será de 75,40 daN/m².

6.1.3.5 Dimensionamento de estruturas

a) Os vãos máximos para terreno plano estão descritos na Tabela 11.

b) As solicitações a que estão submetidas às estruturas de suporte da rede são devidas aos esforços de trações dos condutores, à ação do vento e do próprio peso e eventualmente de equipamentos.

c) Na determinação desses esforços mecânicos são considerados:

- Resultante dos esforços:

A resultante dos esforços transferidos a 10 cm do topo do poste e comparada com sua resistência nominal deve ser no máximo igual a esta.

- Comprimentos dos vãos e variações de temperatura:

As variações de temperatura têm ação direta sobre o comprimento do condutor e consequentemente sobre a tração e flecha, sendo que estes dois elementos, flecha e tração, atuam de maneira inversamente proporcional.

O comprimento do vão, também, tem influência nos valores da tração e flechas do condutor.

– Flechas e trações para vãos contínuos:

Para trechos de vãos contínuos deve-se calcular o vão regulador, de acordo com 6.1.3.2, para utilização das tabelas de flechas e trações.

– Estaiamento:

Todos os esforços excedentes ao valor nominal do poste devem ser absorvidos por meio de conveniente estaiamento.

6.1.4 Postes

a) Nas redes rurais monofásicas devem ser usados postes de concreto seção duplo T, com características conforme Norma ND.01. Os postes de concreto circular e de fibra de vidro podem ser utilizados em casos específicos onde não for possível a utilização de postes de concreto seção duplo T.

b) Os comprimentos nominais, dos postes de concreto seção duplo T devem ser de 10 m, 11 m ou 12 m e quando as condições do terreno exigirem devem ser previstos postes com alturas maiores.

c) O dimensionamento de postes de concreto seção duplo T, em função da bitola dos condutores, tipo de estrutura e ângulo de deflexão estão especificados na Tabela 12.

6.1.5 Estruturas básicas

São utilizados os seguintes tipos de estruturas em redes aéreas rurais monofásicas, de acordo com as padronizações constantes desta Norma: U1, U2, U3, U4 e U5.

6.1.6 Critérios para utilização de estruturas primárias

- a) As estruturas devem ser escolhidas de modo a resistir aos esforços mecânicos de tração e da ação do vento sobre a estrutura e condutores, e atender os espaçamentos mínimos entre os condutores e a topografia do terreno.
 - b) Devem ser avaliadas as alternativas de locação de estruturas e havendo a possibilidade de utilização de mais de um tipo de estrutura deve-se optar pela que representar o menor custo para a rede.
 - c) É recomendável evitar grandes variações nos tamanhos dos vãos contínuos, procurando mantê-los próximos ao vão básico escolhido para construção do gabarito.
 - d) O gráfico do Anexo B determina a escolha dos tipos de estruturas para as situações de tangência e em ângulos e a limitação máxima de cada estrutura de acordo com a bitola e o ângulo de deflexão da rede.
 - e) É recomendável que o trecho de rede sem estrutura de ancoragem seja no máximo 1 500 metros.
 - f) Utilização de estruturas para derivação e fins de rede com instalação de transformador, proteção e estaiamento.
- Transformador instalado na rede rural, mostrado na Figura 1.

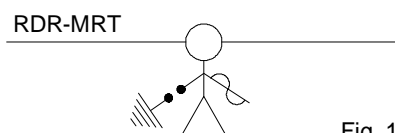


Fig. 1

- Transformador em fim de rede - proteção instalada na estrutura de derivação e $d \leq 30$ m, mostrado na Figura 2.

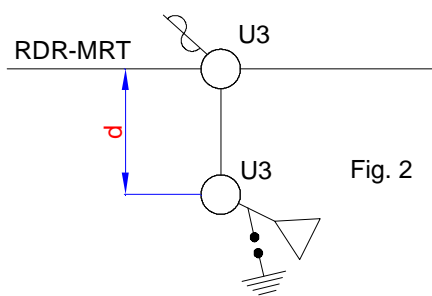


Fig. 2

Obs: quando o ramal for passível de incorporação, caso contrario instalar chave no transformador

- Transformador em fim de rede - proteção instalada na estrutura de derivação e $30 \text{ m} < d \leq 75$ m, mostrado na Figura 3, desde que esteja de acordo com os critérios da Norma ND.78.

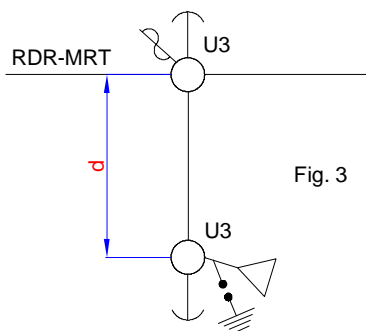


Fig. 3

Obs: quando o ramal for passível de incorporação, caso contrario aplicar Figura 5

- Transformador em fim de rede - proteção instalada na estrutura de derivação e $d > 75$ m, mostrados na Figura 4.

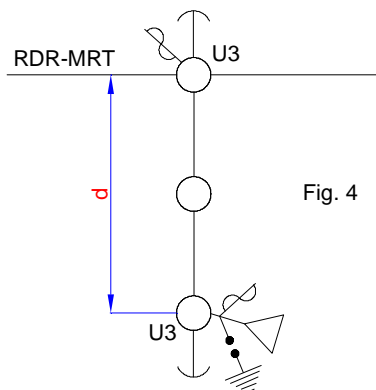


Fig. 4

Obs: quando o ramal for passível de incorporação, caso contrario aplicar Figura 5

- Transformador em fim de rede - proteção instalada no primeiro poste do ramal e $d \leq 75$ m, mostrados na Figura 5, desde que esteja de acordo com os critérios da norma ND.78.

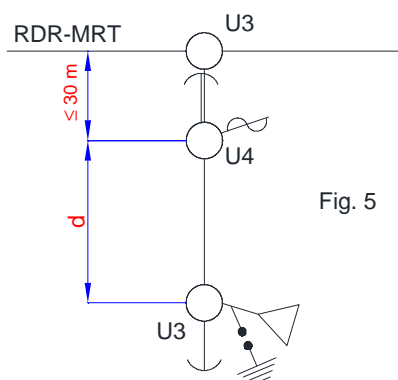


Fig. 5

- Transformador em fim de rede - proteção instalada no primeiro poste do ramal e $d > 75$ m, mostrados na Figura 6.

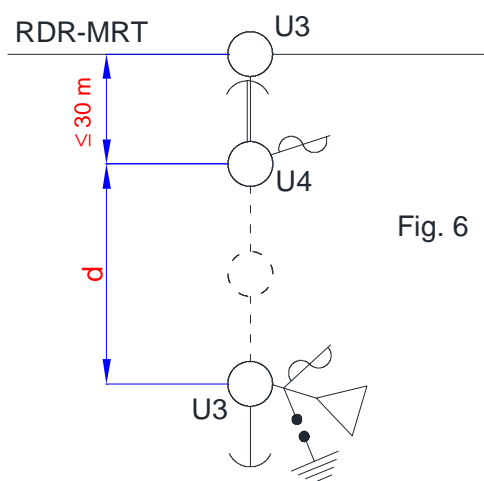


Fig. 6

6.1.7 Estaiamento e engastamento dos postes

- Os estaiamentos ou engastamentos reforçados devem ser utilizados quando os esforços resultantes forem superiores às resistências nominais dos postes ou quando a resistência do solo não suportar esses esforços.
- Os estais laterais em estruturas em tangente são dimensionados para suportarem os esforços devido ao vento atuando sobre os condutores e poste, calculados para o vento máximo ocorrendo a 15 C.
- Os estais longitudinais são dimensionados para suportarem os esforços longitudinais devido à tra  o máxima dos condutores.
- Normalmente deve ser projetado estai de âncora, entretanto quando houver necessidade de se manter altura em relação ao solo, como no caso de ângulos próximos a estradas, eventualmente pode ser utilizado estai com contraposte.
- Para efeito de aplicação desta Norma é adotada a seguinte classificação para os diferentes tipos de solos que eventualmente podem ser encontrados:
 - **solos de baixíssima consistência:** em mangues, pântanos, várzeas, brejos e semelhantes;
 - **solos de baixa consistência:** terrenos da faixa litorânea, arenosos, aterros e semelhantes;
 - **solos normais ou de consistência normal:** terra firme, terra compactada, terrenos com algumas pedras e semelhantes.
- No dimensionamento da resistência de engastamento foi considerado poste implantado em terreno de consistência normal ou de baixa consistência.
- Nos terrenos de baixíssima consistência onde for impraticável o estaiamento de âncora pode ser usado estai de pântano (sapata de pântano ou sapata de concreto). Recomenda-se, nestes casos, reduzir o tamanho do v o e, se necessário, a traço do condutor.
- O dimensionamento da cordoalha de aço em função da bitola do condutor e do tipo de estrutura está especificado na Tabela 12.

6.1.8 Afastamentos mínimos

Os afastamentos mínimos verticais entre o condutor de redes rurais e o solo referem-se às condições de máxima flecha, ou seja, a uma temperatura do condutor de 50 °C, sem vento, e devem ser obedecidos valores estabelecidos no desenho ND.44.02.04/1.

6.1.9 Proteção

6.1.9.1 Proteção contra sobrecorrentes

A filosofia, os critérios e as diretrizes para elaboração de estudos de proteção contra sobrecorrentes, assim como as orientações para seleção e dimensionamento dos equipamentos para proteção de redes devem ser de acordo com a Norma ND.78.

6.1.9.2 Proteção contra sobretensão

Na proteção das redes de distribuição rural contra sobretensões de origem atmosféricas devem ser instalados para-raios nos casos a seguir:

a) Proteção de Transformadores

- Instalar para-raios em todos os transformadores rurais.

b) Proteção de Redes – Rurais

- Instalar para-raios no início de toda a rede rural, derivando de rede urbana.
- Em regiões com alto nível ceraúnico elaborar estudos específicos visando minimizar os desligamentos considerando a adoção de alternativas como: instalação de para-raios ao longo da rede, aumento do nível de isolamento da rede, utilização de equipamentos com maior nível de isolamento, etc.
- Dependendo da extensão devem ser instalados para-raios ao longo da rede, a intervalos regulares (a cada 1 km) visando aumentar a confiabilidade.

6.2 Limpeza e conservação de faixa

a) A largura da faixa de segurança para redes de distribuição rurais é no mínimo 7,5 m, em relação ao eixo da rede, permitindo-se apenas o plantio de culturas rasteiras e vedando-se a construção de edificações e assemelhados na referida faixa, atendendo-se assim os requisitos de segurança de pessoas e bens (NBR 15688).

b) Caso a Elektro necessite fazer intervenções no meio ambiente para abertura e manutenção das faixas livres de vegetação, devem ser obedecidas as orientações específicas em vigor.

No caso de intervenções no meio ambiente por terceiros, os interessados devem dirigir-se à Agência Ambiental Unificada da localidade em questão para os devidos esclarecimentos.

c) O desmatamento na faixa de segurança deve ser o necessário para assegurar condições satisfatórias de construção, operação e manutenção da rede.

d) Havendo necessidade de limpeza constante da área, atuar junto às Prefeituras, Agência Ambiental Unificada da localidade e proprietários de imóveis, visando o plantio de espécie adequada ao espaço físico existente ou a execução de podas nos períodos convenientes, que devem ser feitas por profissionais habilitados e ferramental adequado.

e) A negociação com as autoridades competentes deve ser anterior à intervenção da ELEKTRO na execução dos trabalhos de limpeza da área.

f) Nenhum serviço deve ser executado na vegetação se for constatado que esta nunca atingirá o limite de segurança, quer pela característica de sua espécie, quer pela topografia do terreno, quer pelo posicionamento dos condutores.

- g) No caso da rede passar por maciços florestais densos, bambuzais ou cerca viva de porte elevado, deve ser avaliada a aplicação de outras tecnologias, ou a necessidade de remoção da rede, analisando o custo benefício para cada caso.
- h) Nas regiões sujeitas a queimadas ou incêndios, deve-se fazer aceiro na área ao redor dos postes.

6.3 Simbologia

A simbologia a ser utilizada na elaboração dos projetos deve ser conforme a Norma ND.40 da ELEKTRO.

6.4 Numeração das estruturas e equipamentos

- a) Devem constar do desenho da planta de projeto os números de todos os postes da rede primária.
- b) Todos os postes das redes de distribuição rural, tanto as de propriedade da ELEKTRO como os dos ramais particulares devem ser numerados no físico.
- c) A numeração deve ser sequencial iniciando-se no primeiro poste do ramal projetado.
- d) Nos ramais que serão projetados em continuação do ramal existente a numeração deve obedecer a sequência já existente.
- e) Todos os números devem estar situados a uma altura de 3 (três) metros em relação ao nível do solo e colocados de maneira visível para o caminhamento mais lógico.
- f) Os postes com equipamentos deverão ter número de confiabilidade pintado a uma altura mínima de 4 metros em fundo preto com tinta amarela. Também é permitida a utilização de placa de formato retangular de 75 x 350mm com números em película refletiva na cor amarela com numero preto 65 x 55mm.

6.5 Eletrificação rural

6.5.1 Consulta preliminar

Antes de projetar a rede de distribuição MRT deverá ser realizada consulta preliminar junto a Elektro que verificará a disponibilidade de instalação de novos transformadores MRT no alimentador. Não serão aprovados projetos sem que haja a consulta preliminar.

6.5.2 Elaboração e apresentação do projeto

Os procedimentos para a elaboração e apresentação do projeto da rede de rural deve obedecer às diretrizes estabelecidas na Norma ND.21.

6.5.3 Ponto de entrega

O ponto de entrega é a conexão do sistema elétrico da distribuidora com a unidade consumidora e situa-se no limite da via pública com a propriedade onde esteja localizada a unidade consumidora, exceto quando:

- a) unidade consumidora, em área rural, for atendida em tensão secundária de distribuição, caso em que o ponto de entrega se situará no local de consumo, ainda que dentro da propriedade do consumidor.
- b) unidade consumidora, em área rural, for atendida em tensão primária de distribuição e a rede elétrica da distribuidora não atravessar a propriedade do consumidor, caso em que o ponto de entrega se situará na primeira estrutura na propriedade do consumidor.
- c) a unidade consumidora, em área rural, for atendida em tensão primária de distribuição e a rede elétrica da distribuidora atravessar a propriedade do consumidor, caso em que o ponto de entrega se situará na primeira estrutura de derivação da rede nessa propriedade.

6.5.4 Posto de transformação

- a) Nos projetos de eletrificação rural a ELEKTRO instalará transformadores monofásicos com potências nominais de 10 ou 15 kVA, com características conforme Norma ND.01.
- b) As estruturas para instalação de transformador serão conforme desenhos ND.44.11.01/1 a ND.44.11.05/1.
- c) O dimensionamento dos postes para instalação de transformadores deve ser de acordo com a Tabela 13.
- d) O dimensionamento dos componentes do ramal de entrada em BT, para atendimento com transformador exclusivo, deve ser de acordo com a Tabela 14.
- e) Os transformadores devem possuir proteção na primária por chaves-fusíveis e elos fusíveis dimensionados de acordo com os critérios da Norma ND.78.
- f) O posto de transformação e medição deve ser instalado preferencialmente junto ao centro de carga.
- g) A localização do posto de transformação deve ser aquela que permita facilidade de acesso, considerando:
 - a instalação e retirada do transformador e demais equipamentos e acessórios;
 - operação das chaves-fusíveis;
 - instalação em local sem qualquer interferência;
 - possibilidade de prosseguimento futuro do ramal.

6.5.5 Cálculo de carga instalada e demanda

- A carga instalada deve ser calculada somando-se as potências de todos os aparelhos elétricos possíveis de consumirem energia elétrica pela sua localização na instalação.
- O cálculo da demanda máxima da instalação, para efeito de dimensionamento do transformador, deve ser feito aplicando-se à carga instalada o fator de demanda adequado para o tipo de atividade da instalação, determinado conforme a utilização dos equipamentos previstos.
- No caso de não ser possível estimar o fator de demanda para a instalação, pode ser adotado o valor de 0,33 que é o fator de demanda típico para consumidores rurais. Esse fator de demanda é válido para consumidores rurais típicos (carga predominantemente resistivas e com motores com potência até 5 cv). Para consumidores rurais com predominância de cargas motrizes deve ser considerada a simultaneidade de funcionamento.
- Para conversão de potência de motores monofásicos em kW e kVA e as correntes nominais e de partida deve ser consultada a norma ND.10.
- Para o dimensionamento do transformador que alimente mais de uma unidade consumidora, através de vários ramais de ligação ou de uma rede secundária, a demanda total deve ser estimada aplicando à soma das demandas individuais das unidades consumidoras, os fatores de multiplicação de acordo com a Tabela 15.

6.5.6 Padrão de entrada rural em baixa tensão

- a) O dimensionamento das instalações MRT de baixa tensão devem seguir a Tabela 14 e a montagem do padrão de entrada rural em baixa tensão deve ser feita de acordo com a Norma ND.10.
- b) O ramal de ligação será com cabo multiplexado dimensionado de acordo com a norma ND.10.
- c) No caso de dois ou mais consumidores atendidos por um único transformador, o dimensionamento da entrada de serviço de cada consumidor deve ser de acordo com as

categorias de atendimento definidas de acordo com a carga instalada, conforme a Norma ND.10.

O condutor neutro deverá ser contínuo entre o transformador e as instalações consumidoras. Deve-se, entretanto, tomar o cuidado de não vinculá-lo ao aterramento do poste do transformador, e sim ao do poste de medição.

Por questões de segurança o poste de medição deve situar-se a uma distância de 30 metros do poste do transformador.

A execução da entrada de serviço e posto de medição deve obedecer rigorosamente às condições estabelecidas nesta Norma, bem como atender as demais exigências da ABNT e Normas mencionadas.

6.5.7 Partida de motor monofásico

Motores monofásicos universais caracterizam-se por apresentar conjugados elevados de partida e corrente de partida normal. A inclusão de um reostato em série ao enrolamento do estator, além de possibilitar o controle da velocidade e partidas suaves, atenua a corrente de partida.

Motores monofásicos com rotor gaiola solicitam na partida uma corrente da ordem de 5 a 8 vezes a nominal do mesmo. Apesar de solicitar uma corrente de tal intensidade na partida, os motores monofásicos de fase dividida (partida com resistência) e os de pólo sombreado ou fendido, por serem de baixas potências, normalmente não ocasionam flutuações de tensão fora dos valores permissíveis.

Os motores monofásicos de fase dividida (partida com capacitor), com potências de até 10 cv são os que requerem maiores cuidados na partida. Portanto, em função das suas características de operação e a fim de evitar flutuações excessivas de tensão, a sua ligação diretamente às redes secundárias de distribuição, estão limitadas as seguintes potências:

- fase – neutro: até 1 CV;
- fase – fase: até 3 CV.

Considerando que os motores monofásicos com partida com capacitor geralmente são fabricados com duas tensões, 110/220 V, até 3 CV, para minimizar os efeitos da partida é sempre recomendável que os de potência a partir de 1 CV, inclusive, sejam ligados à rede entre fases (220 V). Os motores de potências superiores, para reduzir a elevada corrente inicial e a perturbação na rede elétrica, devem ser aplicados dispositivos de partida. Outras informações são apresentadas na ND.52.

6.6 Rede rural executada por particular

Além das diretrizes apresentadas em 6.5, no caso de redes rurais executadas por particulares, são exigidos que:

a) Os transformadores atendam às condições estabelecidas pelas ABNT NBR 5356 (Partes 1 a 5) e ABNT NBR 5440, além das exigidas pela ELEKTRO na Norma ND.01 e ND.33.

Na apresentação do projeto ou pedido de vistoria deve ser anexado o relatório dos ensaios de rotina, contendo a assinatura e o nome por extenso do Engenheiro Responsável e o respectivo número do CREA.

Deve ser apresentado, também o certificado de garantia de fabricação do transformador.

b) Os transformadores devem ter a potência nominal, determinada de acordo com a demanda máxima prevista, com carregamento máximo de 120% em relação à demanda calculada.

c) Os demais materiais e equipamentos, tais como, chaves-fusíveis, para-raios, postes, condutores, isoladores, conectores, ferragens em geral, etc., devem ser conforme padronizações constantes da Norma ND.01 e ser de fabricantes homologados na ELEKTRO.

7 ATERRAMENTOS

7.1 Aterramentos de Redes de MRT

Nos sistemas MRT as correntes de carga dos transformadores de distribuição passam necessária e continuamente pelo sistema de aterramento do mesmo. Dessa forma, pela função essencial que cumprem para o desempenho do sistema e para a segurança de pessoas e animais, o sistema de aterramento deve ser executado de forma criteriosa envolvendo a medição da resistividade do solo, o projeto, a construção e o acompanhamento periódico.

7.1.1 Projeto do sistema de aterramento

Para todas as instalações transformadoras no sistema MRT deve ser elaborado o projeto do sistema de aterramento.

As características necessárias ao sistema de aterramento dos transformadores nas redes MRT sejam eles de distribuição ou de isolamento, são determinadas em função das exigências de segurança, levando-se em consideração a corrente de carga e a máxima corrente de falta prevista para o sistema.

Nas vizinhanças desses transformadores, os gradientes de tensão no solo devem ser mantidos suficientemente baixos, evitando-se colocar em risco a vida de pessoas e animais.

Se, pelos métodos utilizados convencionalmente, o valor de projeto da resistência de terra apresentar-se fora dos limites recomendados, deve-se necessariamente elaborar projeto tendo em vista não só o valor da resistência desse aterramento, mas também e principalmente, a obtenção de valores seguros de gradientes de potencial na superfície do solo, próximo ao transformador e à instalação consumidora.

7.2 Aterramentos de cercas

Cercas paralelas às redes MRT e distantes mais de 30 metros destas, não exigem nenhuma providência específica.

Para distâncias menores de 30 metros, sendo as cercas paralelas, transversais ou mesmo estando ao redor dos postes de transformadores, deve-se efetuar o seccionamento e aterramento como segue:

7.2.1 Cercas paralelas

A partir da região de influência dos aterramentos, as cercas devem ser seccionadas e aterradas a cada 250 m, conforme figura ND.44.10.02/1 enquanto houver o paralelismo com a rede MRT.

7.2.2 Aterramento paralelo à cerca

Ao redor de pontos de instalação do transformador, e na situação de configurações de aterramento paralelas às cercas, estas devem ser seccionadas em tantos trechos quanto necessários, até um máximo de duas vezes a maior dimensão do aterramento (simetricamente à configuração), dependendo da distância da cerca à rede, da resistividade do solo, da corrente de curto-circuito prevista e evidentemente da própria configuração do aterramento.

Nos seccionamentos acima referidos, o aterramento quando existir deverá ser realizado em sua parte central, conforme detalhe A da figura ND.44.10.02/1

Observe-se que pode ser viável o não aterramento, nas situações em que existam possibilidades de altas resistências de contato com o solo.

7.2.3 Aterramento dirigido à cerca

Caso o aterramento do transformador MRT tenha a configuração dirigida à cerca, estas devem ser seccionadas em tantos trechos quanto necessários, até um máximo de quatro vezes a maior dimensão do aterramento conforme detalhe B da figura ND.44.10.02/1.

Com relação aos aterramentos desses seccionamentos, providências adicionais devem ser analisadas, tais como:

- na situação de configuração cruzando a cerca, o aterramento dos seccionamentos dar-se-á nos seus extremos;
- no caso da configuração não cortar a cerca, o aterramento dos seccionamentos da mesma da-se-á na sua parte central.

É válida ainda, a observação de não se aterrar, nas situações de altas resistências de contato.

7.2.4 Cercas transversais

Devem ser seccionadas e aterradas, com equalização de potenciais conforme figura ND.44.10.03/1.

Ao redor de pontos de instalação do transformador, e na situação de configurações de aterramentos paralelos ou convergindo para as cercas conforme detalhe A da figura ND.44.10.03/1, são válidas as práticas anteriormente mencionadas, observando-se porém, que os seccionamentos devem ser sempre aterrados.

7.2.5 Porteira de arame

Os aterramentos devem ser feitos conforme detalhe B figura ND.44.10.03/1, sempre que a cerca, no trecho da porteira, esteja transversal à rede de distribuição ou paralela a menos de 30 metros do eixo da rede.

7.2.6 Cercas eletrificadas

Nos projetos em que houver travessia de rede MRT sobre cercas eletrificadas, deve ser apresentado desenho específico detalhando a proteção / isolamento prevista para o caso de queda do condutor-fase MRT.

8 TRANSFORMADOR DE ISOLAMENTO

No sistema MRT, esse transformador é empregado para confinar as correntes que retornam pelo solo, evitando dessa forma, possíveis interferências na proteção da linha supridora.

Sua relação de transformação depende do planejamento elétrico da área, podendo ainda ser utilizado para adequar as tensões na linha supridora, bem como das derivações MRT, apresentando para tanto, um enrolamento primário adequado às tensões de fase da linha supridora e um enrolamento secundário ao qual liga-se o ramal MRT.

A potência do transformador utilizada é de 50 e 100 kVA é sua especificação está na norma ND.01.

TABELAS

Tabela 1**Tensões padronizadas rede MRT**

Tensão nominal da rede trifásica kV	Tensão MRT kV
13,8	7,967
34,5	19,919

Tabela 2**Características do condutor de alumínio CAA**

Bitola AWG	Código	Formação do condutor		Seção total mm²	Peso kg/m	Diâmetro nominal mm	Tração mínima de ruptura daN	Corrente nominal A
		Alumínio	Aço					
4	Swan	6	1	24,71	0,0856	6,36	812	140

Tabela 3**Coeficiente de queda de tensão de rede primária MRT**

Condutor	Coeficiente médio de queda de tensão unitária (% / MVA . KM)	
	7,967 kV	19,919 kV
CAA – 4 AWG	3,123	0,500
CAZ 3,09 mm*	33,0	5,3
CAZ 3 X 2,25 mm*	21,0	3,4
* somente para redes MRT já existentes		

Tabela 4

Flechas de montagem – Sem vento – CAZ 3,09 mm

Temp. °C	Vão m													
	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340
	Flecha m													
- 5	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,2	1,4	1,7	2	2,3	2,7	3,1	3,5
0	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,5	1,7	2,1	2,4	2,3	3,2	3,6
5	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	2,8	3,2	3,7
10	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,5	2,9	3,3	3,8
15	0,2	0,3	0,5	0,7	0,8	1,1	1,3	1,6	1,9	2,3	2,6	3	3,4	3,9
20	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,4	1,7	2	2,3	2,7	3,1	3,5	4
25	0,2	0,4	0,5	0,7	0,9	1,2	1,4	1,7	2	2,4	2,8	3,2	3,6	4,1
30	0,2	0,4	0,5	0,7	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	2,9	3,3	3,7	4,2
35	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,5	1,8	2,2	2,6	3	3,4	3,8	4,3
40	0,3	0,4	0,6	0,8	1	1,3	1,6	1,9	2,3	2,6	3	3,5	3,9	4,4
45	0,3	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,6	2	2,3	2,6,7	3,1	3,6	4	4,5
50	0,3	0,4	0,6	0,9	1,1	1,4	1,7	2	2,4	2,8	3,2	3,7	4,2	4,7
Temp. °C	Vão m													
	360	380	400	420	440	460	480	500	520	540	560	580	600	
	Flecha m													
- 5	3,9	4,4	4,9	5,4	6	6,5	7,2	7,8	8,5	9,2	9,9	10,6	11,4	
0	4	4,5	5	5,5	6,1	6,7	7,3	7,9	8,6	9,3	10,1	10,8	11,6	
5	4,1	4,6	5,1	5,7	6,2	6,8	7,5	8,1	8,8	9,5	10,2	11	11,8	
10	4,2	4,7	5,2	5,8	6,4	7	7,6	8,3	9	9,7	10,4	11,2	12	
15	4,3	4,8	5,4	6	6,5	7,1	7,8	8,4	9,1	9,9	10,6	11,4	12,2	
20	4,5	5	5,5	6,1	6,7	7,3	7,9	8,6	9,3	10	10,8	11,6	12,4	
25	4,6	5,1	5,6	6,2	6,8	7,4	8,1	8,8	9,5	10,2	11	11,8	12,6	
30	4,7	5,2	5,8	6,3	6,9	7,6	8,2	8,9	9,6	10,4	11,1	11,9	12,8	
35	4,8	5,3	5,9	6,5	7,1	7,7	8,4	9,1	9,8	10,6	11,3	12,1	13	
40	4,9	5,5	6	6,6	7,2	7,9	8,6	9,3	10	10,7	11,5	12,3	13,2	
45	5,1	5,6	6,2	6,8	7,4	8	8,7	9,4	1,02	10,9	11,7	12,5	13,3	
50	5,2	5,7	6,3	6,9	7,6	8,2	8,9	9,6	10,3	11,1	11,9	12,7	13,5	

Tabela 5
Flechas de montagem – Sem vento – CAZ 3x2,25 mm

Temp. °C	Vão m													
	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340
	Flecha m													
- 5	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	2,8	3,2	3,7
0	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	1	1,3	1,5	1,8	2,2	2,5	2,9	3,3	3,8
5	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,6	3	3,4	3,9
10	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,6	2	2,3	2,7	3,1	3,5	4
15	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,4	1,7	2	2,4	2,7	3,1	3,6	4,1
20	0,2	0,4	0,5	0,7	0,9	1,2	1,4	1,7	2,1	2,4	2,8	3,2	3,7	4,2
25	0,2	0,4	0,5	0,7	1	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	2,9	3,3	3,8	4,3
30	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,5	1,9	2,2	2,6	3	3,4	3,9	4,4
35	0,3	0,4	0,6	0,8	1	1,3	1,6	1,9	2,3	2,7	3,1	3,5	4	4,5
40	0,3	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,6	2	2,3	2,7	3,2	3,6	4,1	4,6
45	0,3	0,4	0,6	0,8	1,1	1,4	1,7	2	2,4	2,8	3,2	3,7	4,2	4,7
50	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,4	1,8	2,1	2,5	2,9	3,3	3,8	4,3	4,8
Temp. °C	Vão m													
	360	380	400	420	440	460	480	500	520	540	560	580	600	
	Flecha m													
- 5	4,2	4,6	5,1	5,7	6,3	6,9	7,5	8,2	8,9	9,6	10,4	11,2	12	
0	4,2	4,7	5,3	5,8	6,4	7	7,7	8,4	9,1	9,8	10,6	11,4	12,2	
5	4,3	4,8	5,4	5,9	6,5	7,2	7,8	8,5	9,2	10	10,7	11,6	12,4	
10	4,4	5	5,5	6,1	6,7	7,3	8	8,7	9,4	10,1	10,9	11,7	12,6	
15	4,6	5,1	5,6	6,2	6,8	7,5	8,1	8,8	9,6	10,3	11,1	11,9	12,8	
20	4,7	5,2	5,8	6,3	7	7,6	8,3	9	9,7	10,5	11,3	12,1	12,9	
25	4,8	5,3	5,9	6,5	7,1	7,8	8,4	9,1	9,9	10,7	11,4	12,3	13,1	
30	4,9	5,4	6	6,6	7,2	7,9	8,6	9,3	10,1	10,8	11,6	12,5	13,3	
35	5	5,6	6,1	6,7	7,3	8,1	8,7	9,5	10,2	11	11,8	12,6	13,5	
40	5,1	5,7	6,3	6,9	7,5	8,2	8,9	9,6	10,4	11,2	12	12,8	13,7	
45	5,2	5,8	6,4	7	7,7	8,4	9,1	9,8	10,6	11,3	12,2	13	13,9	
50	5,4	6	6,5	7,2	7,8	8,5	9,2	10	10,7	11,5	12,3	13,2	14,1	

Tabela 6

Flechas de montagem – Sem vento – Cabos de alumínio CAA 4 AWG

Temp. °C	Vão m														
	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
	Flecha m														
- 5	0,02	0,07	0,16	0,29	0,47	0,68	0,94	1,26	1,63	2,28	3,13	4,14	5,29	6,56	7,94
0	0,02	0,08	0,17	0,31	0,50	0,72	1,00	1,33	1,72	2,40	3,27	4,29	5,45	6,72	8,11
5	0,02	0,08	0,19	0,34	0,53	0,77	1,07	1,41	1,81	2,52	3,41	4,45	5,61	6,89	8,27
10	0,02	0,09	0,20	0,36	0,57	0,83	1,14	1,50	1,92	2,65	3,55	4,60	5,77	7,05	8,43
15	0,02	0,10	0,22	0,39	0,61	0,88	1,21	1,59	2,02	2,78	3,70	4,75	5,92	7,20	8,59
20	0,03	0,11	0,24	0,42	0,66	0,95	1,29	1,69	2,14	2,91	3,85	4,91	6,08	7,36	8,74
25	0,03	0,12	0,26	0,46	0,71	1,02	1,38	1,79	2,25	3,05	3,99	5,06	6,23	7,51	8,90
30	0,03	0,13	0,29	0,50	0,77	1,09	1,47	1,89	2,37	3,18	4,14	5,21	6,39	7,67	9,05
35	0,04	0,14	0,32	0,55	0,84	1,18	1,57	2,01	2,49	3,32	4,28	5,36	6,54	7,82	9,20
40	0,04	0,16	0,35	0,60	0,91	1,26	1,67	2,12	2,62	3,46	4,42	5,50	6,69	7,97	9,35
45	0,05	0,19	0,40	0,66	0,98	1,35	1,77	2,23	2,75	3,59	4,57	5,65	6,83	8,12	9,50
50	0,06	0,22	0,44	0,73	1,06	1,45	1,87	2,35	2,87	3,73	4,71	5,79	6,98	8,26	9,65
Temp. °C	Vão m														
	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500	520	540	560	580	600
	Flecha m														
- 5	9,43	11,02	12,70	14,49	16,37	18,35	20,42	22,60	24,87	27,24	29,71	32,27	34,94	37,70	40,56
0	9,59	11,18	12,87	14,65	16,53	18,51	20,58	22,75	25,03	27,39	29,86	32,43	35,09	37,85	40,72
5	9,76	11,34	13,02	14,81	16,69	18,66	20,74	22,91	25,18	27,55	30,01	32,58	35,24	38,01	40,87
10	9,91	11,50	13,18	14,96	16,84	18,82	20,89	23,06	25,33	27,70	30,14	32,73	35,40	38,16	41,02
15	10,07	11,66	13,34	15,12	17,00	18,97	21,05	23,22	25,49	27,86	30,32	32,89	35,55	38,31	41,17
20	10,23	11,81	13,49	15,27	17,15	19,13	21,20	23,37	25,64	28,01	30,47	33,04	35,70	38,46	41,33
25	10,38	11,97	13,65	15,43	17,30	19,28	21,35	23,52	25,79	28,16	30,62	33,19	35,85	38,61	41,48
30	10,54	12,12	13,80	15,58	17,46	19,43	21,50	23,67	25,94	28,31	30,77	33,34	36,00	38,77	41,63
35	10,69	12,27	13,95	15,73	17,61	19,58	21,65	23,82	26,09	28,46	30,92	33,49	36,15	38,91	41,78
40	10,84	12,42	14,10	15,88	17,76	19,73	21,80	23,97	26,24	28,61	31,07	33,64	36,30	39,07	41,93
45	10,99	12,57	14,25	16,03	17,90	19,88	21,95	24,12	26,39	28,76	31,22	33,79	36,45	39,21	42,08
50	11,13	12,72	14,40	16,18	18,05	20,03	22,10	24,27	26,54	28,91	31,37	33,94	36,60	39,36	42,23

Tabela 7
Tração de montagem – CAZ 3,09 mm

Temp. °C	Vão m													
	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340
	Tração daN													
- 5	259	256	256	255	254	253	252	251	250	249	248	247	246	244
0	248	248	247	247	246	245	245	244	243	242	241	240	240	239
5	240	140	239	239	238	238	237	236	236	235	234	234	233	232
10	231	231	231	231	230	230	229	229	229	220	228	227	227	226
15	223	223	223	223	222	222	222	222	222	221	221	221	220	220
20	215	215	215	215	215	215	215	215	215	215	215	215	215	215
25	206	206	207	207	207	207	207	208	208	208	208	209	209	209
30	198	198	199	199	199	200	200	201	202	202	202	203	203	204
35	190	190	191	191	192	193	193	194	195	195	196	197	198	198
40	181	182	183	184	184	185	186	187	189	189	190	191	192	193
45	173	174	175	176	177	178	180	181	183	183	185	186	187	188
50	165	166	167	169	170	172	173	175	176	178	179	181	182	183
Temp. °C	360	380	400	420	440	460	480	500	520	540	560	580	600	
	Tração daN													
- 5	244	243	242	241	240	239	238	237	236	235	234	233	233	
0	237	237	236	235	234	234	233	232	231	231	230	229	229	
5	232	231	230	230	229	229	228	227	227	226	226	225	225	
10	226	225	225	225	224	224	223	223	223	222	222	222	221	
15	220	220	220	220	219	219	219	219	219	218	218	218	218	
20	215	215	215	220	215	215	215	215	215	215	215	215	215	
25	209	209	210	210	210	210	210	211	211	211	211	211	211	
30	204	204	205	205	206	206	206	206	207	207	208	208	208	
35	199	200	200	201	201	202	202	203	203	204	204	205	205	
40	194	195	196	196	197	198	199	199	200	200	201	201	202	
45	188	190	191	192	193	194	195	196	196	197	198	198	199	
50	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	196	196	196	

Tabela 8

Tração de montagem - CAZ 3 x 2,25 mm

Temp. °C	Vão m													
	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340
	Tração daN													
- 5	396	395	394	393	392	391	389	388	286	285	383	381	380	380
0	384	383	382	381	380	379	378	377	376	376	373	372	370	370
5	371	371	370	369	369	368	367	366	365	364	363	362	361	369
10	359	358	358	357	357	356	356	355	354	354	353	352	352	360
15	346	346	346	346	345	345	345	344	344	344	343	343	343	351
20	334	334	334	334	334	334	334	334	334	334	334	334	334	342
25	322	322	322	322	323	323	323	324	324	324	325	325	326	334
30	310	310	311	311	312	312	313	314	314	315	316	317	317	326
35	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	318
40	285	286	287	288	290	291	293	294	295	297	298	300	301	310
45	273	274	276	277	279	281	283	285	286	288	290	292	294	294
50	261	263	265	267	269	271	273	275	278	280	282	284	286	286
Temp. °C	360	380	400	420	440	460	480	500	520	540	560	580	600	
	Tração daN													
- 5	370	375	373	372	370	369	367	366	365	363	362	361	360	
0	368	366	365	364	363	361	360	359	358	357	356	355	354	
5	359	358	357	356	355	354	353	353	352	351	350	350	349	
10	350	350	349	348	348	347	347	346	346	345	345	344	344	
15	342	342	341	341	341	341	340	340	340	340	339	339	339	
20	334	334	334	334	334	334	334	334	334	334	334	334	334	
25	326	326	327	327	327	328	328	328	328	329	329	329	329	
30	319	319	320	320	321	322	322	323	323	323	324	324	325	
35	311	312	313	314	315	316	316	317	318	318	319	320	320	
40	304	305	306	307	309	310	311	312	313	313	314	315	316	
45	297	298	300	301	303	304	305	306	308	309	310	311	312	
50	290	292	294	295	397	299	300	301	303	304	305	306	307	

Tabela 9

Trações de montagem - Cabo de alumínio 4 AWG – CAA

Temp. °C	Vão m														
	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
	Tração daN														
- 5	239	238	236	233	230	226	222	218	213	188	166	149	137	128	121
0	224	223	221	219	216	213	209	206	202	178	159	144	133	125	119
5	209	208	206	204	202	199	197	194	191	170	152	139	129	122	177
10	193	192	191	190	188	187	185	183	181	161	146	134	125	199	114
15	178	177	177	176	175	174	173	172	171	154	140	130	122	117	112
20	162	162	162	162	162	162	162	162	162	147	135	126	119	114	110
25	147	148	148	149	150	151	152	153	154	140	130	122	116	112	108
30	132	133	135	137	139	141	143	145	146	134	125	118	113	109	107
35	117	119	122	125	128	131	134	137	139	129	121	115	111	107	105
40	102	105	109	114	118	122	126	129	132	124	117	112	108	105	103
45	87	92	97	103	109	114	119	123	126	119	113	109	106	103	101
50	73	79	87	94	101	107	112	117	121	115	110	106	104	102	100
Temp. °C	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500	520	540	560	580	600
	Tração daN														
- 5	116	112	109	107	105	103	102	101	99	99	98	97	97	96	96
0	114	111	108	106	104	102	101	100	99	98	97	97	96	96	95
5	112	109	107	105	103	101	100	99	98	97	97	96	96	95	95
10	111	108	105	103	102	101	99	98	98	97	96	96	95	95	94
15	109	106	104	102	101	100	99	98	97	96	96	95	95	94	94
20	107	105	103	101	100	99	98	97	97	96	95	95	94	94	94
25	106	104	102	100	99	98	97	97	96	95	95	94	94	94	93
30	104	102	101	99	98	97	97	96	95	95	94	94	94	93	93
35	103	101	100	98	97	97	96	95	95	94	94	94	93	93	93
40	101	100	99	98	97	96	95	95	94	94	94	93	93	93	92
45	100	99	98	97	96	95	95	94	94	93	93	93	93	92	92
50	99	97	97	96	95	95	94	94	93	93	93	92	92	92	92

Tabela 10

Trações de projeto

Condutor	Tração de projeto daN
4 AWG - CAA	325
1x3,09 mm - CAZ	304*
3x2,25 mm - CAZ	470*
NOTA As trações de projeto dos condutores CAZ são aplicáveis para vãos até 260 m.	
* Condutores CAZ somente para redes existentes	

Tabela 11

Vãos máximos para terreno plano

Condutor	Vão m			
	Poste 10m		Poste 11m	
	Pino	Disco	Pino	Disco
CAZ 3,09 mm	275	255	315	300
CAZ 3 x 2,25 mm	270	255	310	290
CAA 4 AWG	180	170	200	190

Tabela 12

Dimensionamento de postes de concreto DT e estais - Cabo de alumínio 4 AWG - CAA

Condutor	Estrutura	Ângulo	Vão máximo m	Poste concreto DT daN	Estais	
					Lateral mm	Longit. mm
4 AWG - CAA	U1	Tangente	200	300	-	-
		$\alpha \leq 11^\circ$	Graf. 1	300	1 x 7,94	-
	U2	Tangente	500	300	-	-
		$\alpha \leq 40^\circ$	Graf. 1	300	1 x 7,94	-
	U4	Tangente	600	300	(**)	2 x 7,94
	U5	$\alpha \leq 90^\circ$	Graf. 1	300	1 x 7,94	-
	U3	Fim de rede	600	300	-	1 x 7,94
	U3 – U3	$60^\circ < \alpha \leq 90^\circ$	600	600 ^(*)	1 x 7,94	2 x 7,94
NOTA 1 Observar os limites de ângulos e vãos de utilização das estruturas no Anexo B.						
NOTA 2 ^(*) Utilizar poste de concreto circular.						
^(**) Nos pontos com esforços de arrancamento instalar 2 estais laterais						

Tabela 13

Dimensionamento de poste para instalação de transformador monofásico (ligação fase-terra) de 15/36,2 kV

Transformador monofásico kVA	Poste daN	
	Concreto circular	Concreto DT
$P \leq 15$	200	300
<p>NOTA 1 Para o dimensionamento dos postes devem ser consideradas as trações mecânicas dos condutores do ramal aéreo.</p> <p>NOTA 2 Os postes devem ser engastados a uma profundidade mínima definida pela expressão: $e = \frac{L}{10} + 0,60$, sendo e a profundidade de engastamento (m) e L o comprimento total do poste (m).</p> <p>NOTA 3 Os transformadores a serem instalados em postes devem estar de acordo com a norma ABNT NBR 5440.</p>		

Tabela 14

Dimensionamento do ramal de entrada referente à BT para consumidores primários com transformador monofásico

Tensão secundária	Transformador monofásico kVA	Proteção de BT	Circuitos de BT	
		Disjuntor A	Condutores de cobre em eletroduto	
			Isolação EPR ou XLPE mm ²	Eletroduto Diâmetro nominal
230/115 V	10	50	2x10(10)	1 ¼"
	15	63	2x16(16)	1 ¼"
<p>NOTA 1 Os componentes do ramal de entrada em baixa tensão foram dimensionados para demanda máxima prevista igual à potência nominal do transformador. Caso seja prevista uma sobrecarga no transformador o ramal de entrada deve ser redimensionado.</p> <p>NOTA 2 Para os casos de utilização de padrão de entrada monofásico (2 fios), é obrigatória a instalação de três condutores no eletroduto de entrada.</p>				

Tabela 15

Fatores de multiplicação para dimensionamento do transformador

Número de consumidores	Fator de multiplicação
2	0,65
3	0,60
4	0,55
5	0,50
>5	0,45

ANEXOS

Anexo A**Codificação de materiais**

Item	Descrição
ab1	Conector derivação (paralelo) de liga de alumínio, com 1 parafuso, para conexão bimetálica, diâm. TR 6,05-10,50 mm DR 4,50-10,50 mm
ab2	Conector derivação (paralelo) de bronze estanhado, com 1 parafuso para condutores de cobre, diâm. TR e DR 4,50-10,70 mm
ae	Grampo de linha viva, para condutores de cobre, seções TR 25 a 120 mm ² e DR 16 a 70 mm ²
af	Conector derivação tipo estribo, a compressão, de alumínio, para cabos CA-CAA bitola adequada
ai	Grampo tensor para cabos de alumínio ou cobre de bitola ou seção adequada
ax	Conector derivação, compressão, paralelo, formato "H", de alumínio, Ø condutores TR e DR adequados
bd31	Cabo de cobre coberto em XLPE, seção 16 mm ² , 15 kV, anti-tracking
bf12	Suporte tipo "Z"
bf5	Cantoneira auxiliar para braço tipo "C" de 900 mm
bk1	Isolador polimérico de ancoragem 15 kV
bk2	Isolador polimérico de ancoragem 36,2 kV
bl	Fio de alumínio coberto para amarração, seção 10 mm ²
br1	Para-raios de distribuição, sem centelhadores série, para instalação externa, 12 kV, 10 kA (polimérico)
br2	Para-raios de distribuição, sem centelhadores série, para instalação externa, 30 kV, 10 kA (polimérico)
cf	Chapa de estai para cordoalha de aço
db	Cordoalha de aço zincado, diâmetro adequado, 7 fios, categoria EMR, classe A, para estaiamento
db5	Cordoalha de aço zincado, diâmetro 7,94 mm (5/16"), 7 fios, categoria EAR, classe B, para estaiamento
dd	Cabo de alumínio, seção adequada, isolado em XLPE 0,6/1,0 kV, 90 °C, multiplexado
df2	Tora de madeira de diâmetro 200 mm x comprimento adequado, para estai de âncora
df3	Chapa de aço carbono de 4,5 x 305 x 305 mm para estai ancora
dh7	Cabo de cobre, flexível, seção 10 mm ² , isolado em XLPE 0,6/1,0 kV, 90 °C, sem cobertura, unipolar
di	Cabo de cobre, têmpera meio-dura, seção adequada
di2	Cabo de cobre, têmpera meio-dura, seção 25 mm ²
dm	Fio nu de alumínio, CA 4 AWG (21,15 mm ²), para amarração

Codificação de materiais

Item	Descrição
do	Fio nu de cobre mole, 10 mm ² , para amarração
dq	Fita de alumínio de 10 mm de largura por 1,00 mm de espessura
dr2	Massa calafetadora
dx3	Arame de aço zincado, diâmetro 2,1 mm (14 BWG) - para amarração
dz	Fixador do condutor de aterramento em cruzeta
ee1	Chave fusível de distribuição, 15 kV - 300 A, NBI 95 kV - 10 kA, base tipo "C"
fd	Arruela redonda de 40 mm, com furo de diâmetro 18 mm
fe	Arruela quadrada de 38 mm, com furo de diâmetro 18 mm
ff	Cinta de aço carbono de diâmetro adequado, para poste de seção circular
fg	Gancho olhal
fk	Haste de âncora
fl2	Haste de aterramento de aço galvanizado, cantoneira, de comprimento 2 400 mm
fl3	Haste de aterramento de aço cobreado, seção circular, de comprimento 2 400 mm
fm1	Mão francesa perfilada, aço carbono, comprimento de 993 mm
fn2	Mão francesa plana, aço carbono, comprimento de 726 mm
fn3	Mão francesa plana, aço carbono, comprimento de 1 053 mm
fq	Olhal para parafuso de diâmetro 16 mm
ft	Parafuso de aço carbono, cabeça quadrada, M16 x comprimento adequado
ft1	Parafuso de aço carbono, cabeça quadrada, M16 x 50 mm
ft2	Parafuso de aço carbono, cabeça quadrada, M16 x 125 mm
ft3	Parafuso de aço carbono, cabeça quadrada, M16 x 150 mm
fu1	Parafuso de aço carbono, cabeça abaulada, M16 x 45 mm
fu3	Parafuso de aço carbono, cabeça abaulada, M16 x 150 mm
fv1	Suporte para isolador tipo pilar, 305 x 102 x 35 mm F-51
fx	Suporte de dimensões adequadas, para instalação de equipamento em poste de concreto seção duplo T
fy	Porca quadrada de aço carbono para parafuso M16

Codificação de materiais

Item	Descrição
ga	Alça pré-formada para estai, para cordoalha de aço de diâmetro 7,94mm (5/16")
gb	Sapatilha para alça pré-formada ou cordoalha de aço
gc	Sela de aço carbono, para cruzeta de seção retangular 90 x 112,5 x comprimento adequado
gg	Manilha-sapatilha
ggf	Manilha de ferro fundido nodular, para sustentação de cabo de alumínio pré-reunido (multiplexado) com neutros isolados 95 e 120 mm ²
gi1	Suporte de para-raios e chaves-fusíveis de 13,8 kV e 23,0 kV
gi3	Suporte de para-raios e chaves-fusíveis para sistema monofásico
gma	Laço pré-formado de topo, duplo, para cabos de alumínio CA/CAA, bitola adequada, (pescoço do isolador = 60 mm)
gmc	Laço pré-formado de topo, para cabo de alumínio CAA, bitola adequada, (pescoço do isolador = 60 mm)
gme	Laço pré-formado de topo, para cabo de aço zincado de diâmetro adequado, (pescoço do isolador = 60 mm)
gn	Alça pré-formada de distribuição, para cabo de alumínio CAA, bitola adequada
gna	Alça pré-formada dupla de distribuição, para cabo de alumínio CAA, bitola adequada (pescoço do isolador = 60 mm)
gyb	Laço pré-formado lateral, para cabo de aço zincado de diâmetro adequado, (pescoço do isolador = 60 mm)
gnd	Alça pré-formada de distribuição, para cabo de aço zincado de diâmetro adequado
gv	Laço pré-formado lateral duplo, para cabo de alumínio CAA, bitola adequada (pescoço do isolador = 60 mm)
gy	Laço pré-formado lateral, para cabo de alumínio CAA, bitola adequada (pescoço do isolador = 60 mm)
gz	Seccionador pré-formado, para cerca de arame tipo adequado
ia	Isolador castanha de 90 mm
ib8	Isolador rígido tipo pilar, de porcelana, classe 15 kV, NBI 150kV
ib9	Isolador rígido tipo pilar, de porcelana, classe 36,2 kV, NBI
ie7	Pino de aço-carbono, comprimento de 168 mm, para isolador pilar de 24,2/36,2 kV, para cruzeta de seção retangular de 90 x 112,5 mm
ie8	Pino de aço-carbono, comprimento de 38 mm, para isolador pilar de 24,2/36,2 kV, para suporte metálico
ja	Fio de aço cobreado para aterramento, de diâmetro nominal 5,2 mm
jb	Fio de aço galvanizado para aterramento 4 BWG
pa	Poste de concreto circular de comprimento e carga nominal adequados

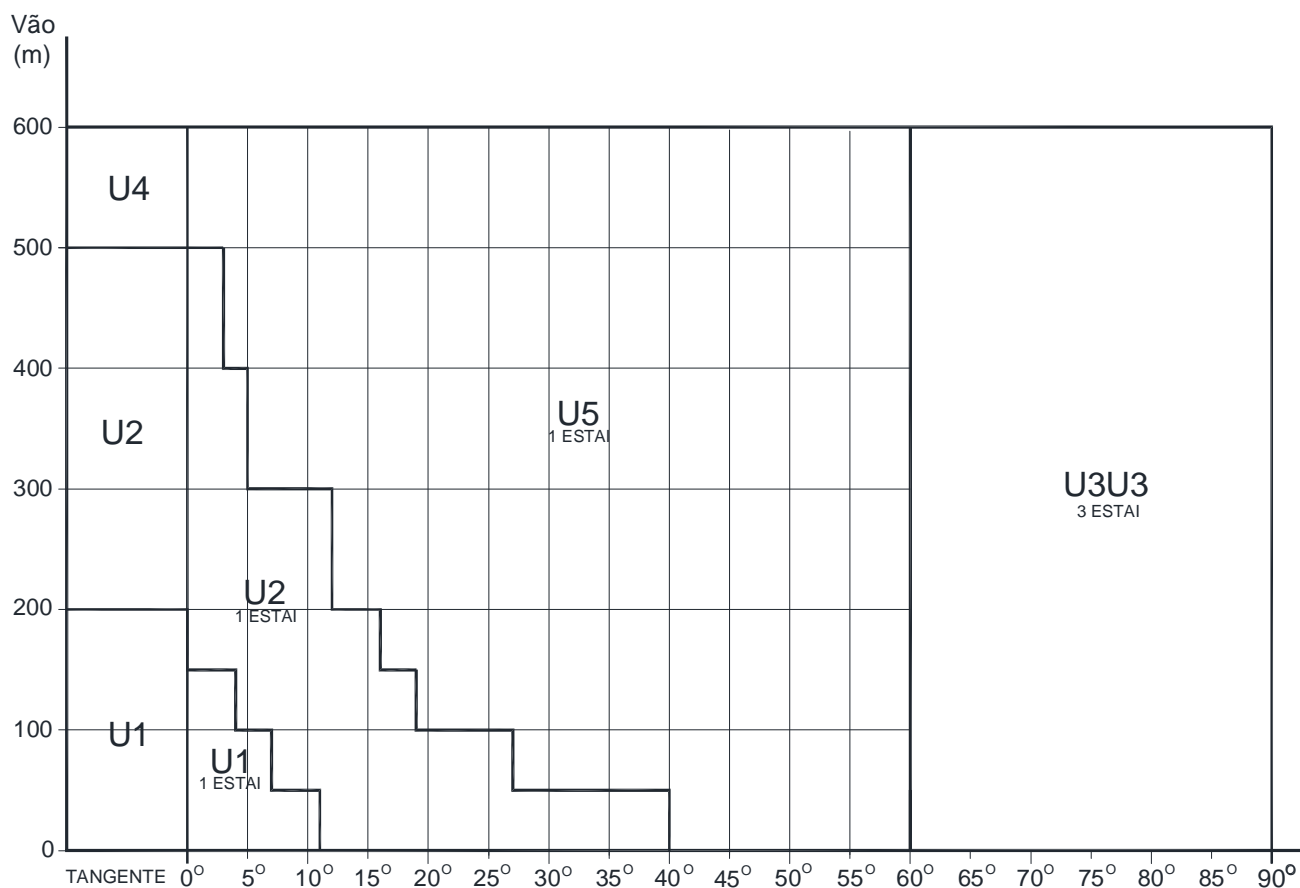
Codificação de materiais

Item	Descrição
pb2	Cruzeta de seção retangular de 90 x 112,5 x 2 400 mm
pf	Moldura de proteção para fio de aterramento
ph	Poste de concreto armado, seção duplo T de comprimento e carga nominal adequado
z1m	Transformador de distribuição monofásico (F/N), potência adequada, 7,97/ kV/230-115V, NBI 110 kV, para instalação em poste
z3m	Transformador de distribuição monofásico (F/N), potência adequada, 19,92 kV/230 - 115 V, NBI 150 kV, para instalação em poste

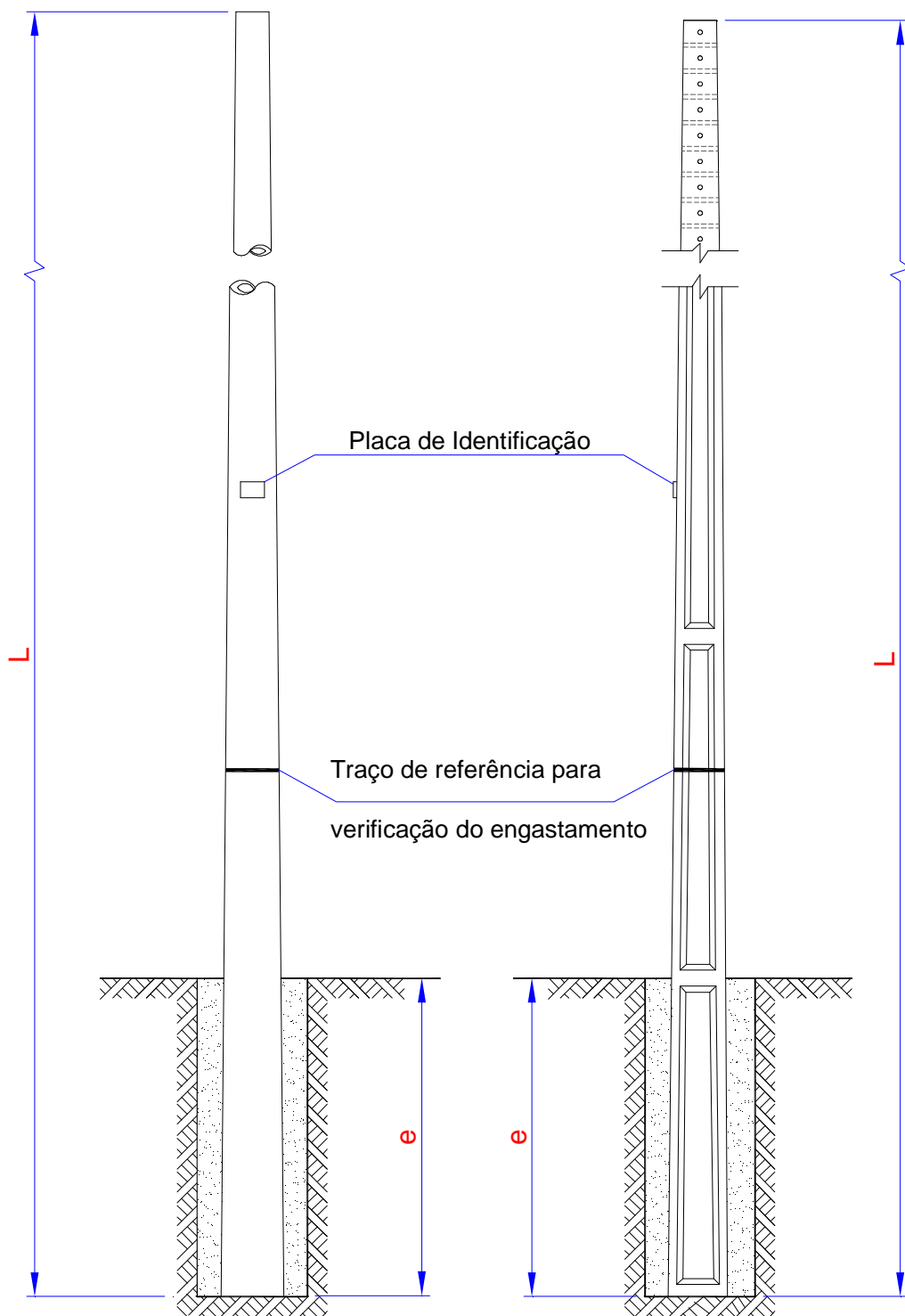
Anexo B

Escolha de estruturas – Cabo de alumínio com alma 04 AWG

Postes de Concreto Duplo T



DESENHOS



NOTA A profundidade de engastamento "e" será: $e = \frac{L}{10} + 0,60 \text{ m}$, sendo "e" mínimo = 1,50 m;
L = comprimento do poste, em metros.



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.01.01/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

ND.44

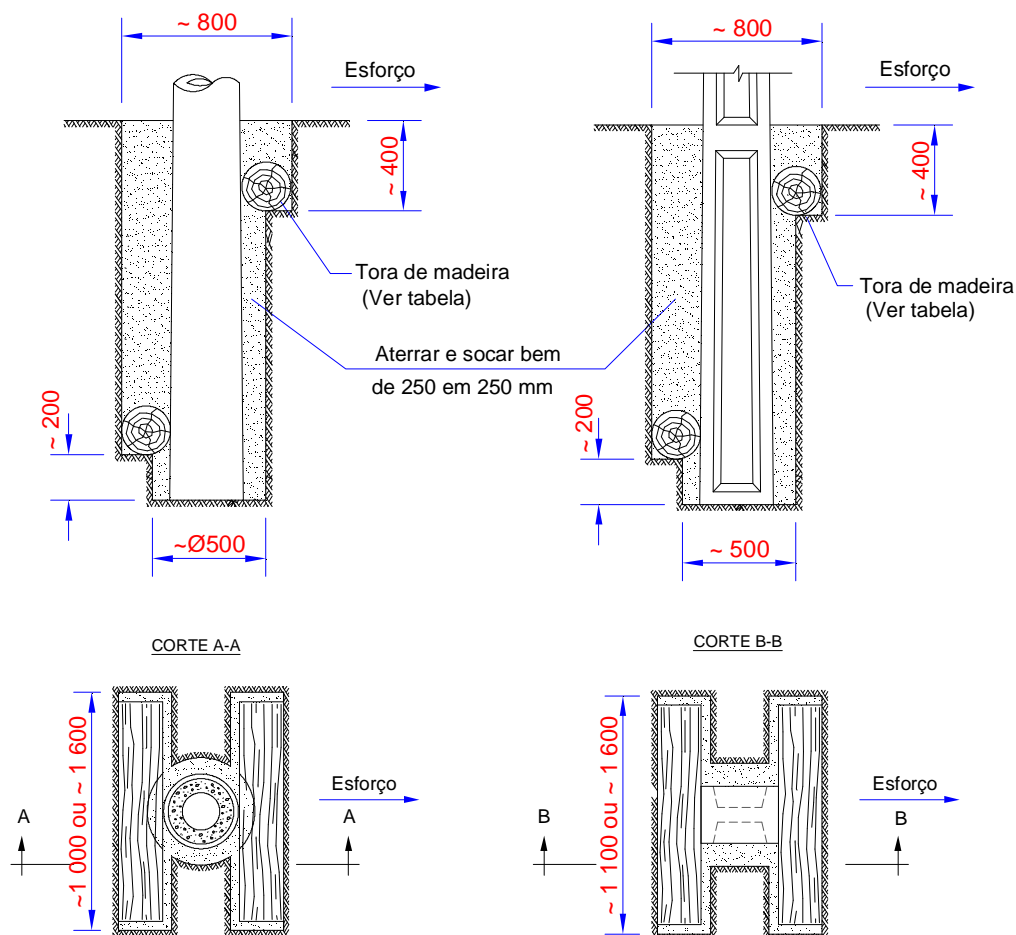
Revisão

03

Engastamentos de postes Engastamento normal

DESENHO Nº
ND.44.01.01/1

Folha 1/1



Comprimento de toras para escora de subsolo

Tipo de terreno	Poste de concreto circular			Poste de concreto seção duplo T		
	Esforço até 200 daN	Esforço de 200 a 400 daN	Esforço de 400 a 600 daN	Esforço até 200 daN	Esforço de 200 a 300 daN	Esforço de 300 a 600 daN
Normal	Simples	Subsolo (tora tipo 1)	Subsolo (tora tipo 2)	Simples	Subsolo (tora tipo 1)	Subsolo (tora tipo 2)
Baixa consistência	Subsolo (tora tipo 1)	Subsolo (tora tipo 2)	Base concretada	Subsolo (tora tipo 1)	Subsolo (tora tipo 2)	Não Recomendado

Tora tipo 1 – tora de 1 000 mm de comprimento
Tora tipo 2 – tora de 1 500 mm de comprimento

NOTA 1 As toras de madeira devem ser bem ajustadas à superfície do poste.

NOTA 2 A escora de subsolo deve ser empregada de acordo com a tabela acima, sendo que para esforços maiores, exigem-se medidas especiais como concretagem de base, conforme desenho ND.44.01.04/1.

NOTA 3 Em substituição a tora de madeira pode-se utilizar mistura solo/cimento na proporção de 2 sacos de cimento para a terra extraída da cava, mistura o solo e o cimento e umedecer levemente e aplicar a mistura em camadas de 25 centímetros compactando adequadamente cada camada até o nível do solo.



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.01.02/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

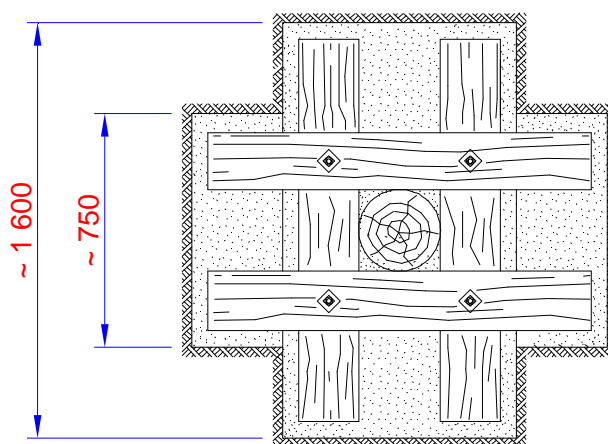
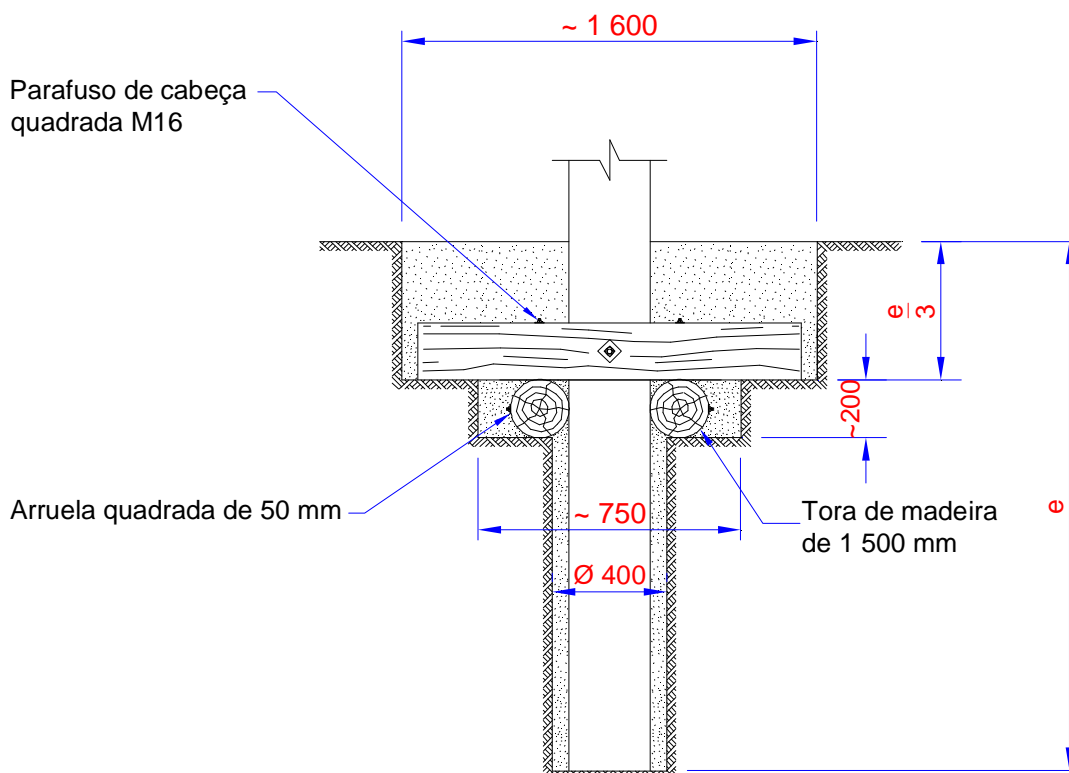
ND.44

Revisão 03

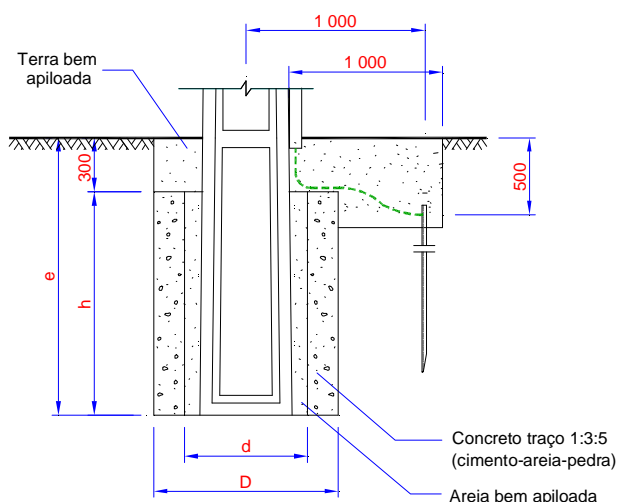
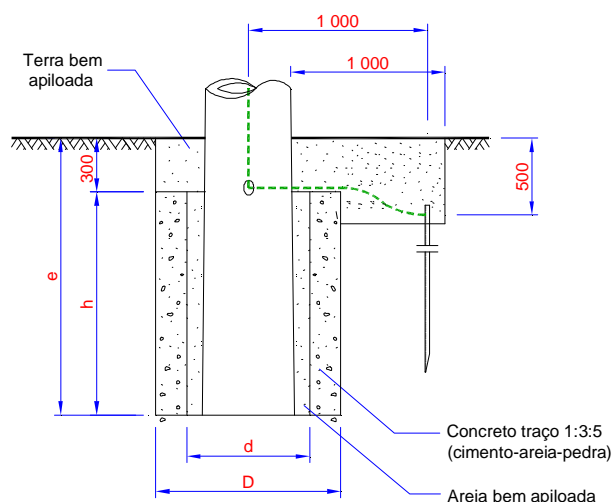
**Engastamento de postes
Base reforçada (escora de subsolo)**

**DESENHO Nº
ND.44.01.02/1**

Folha 1/1



NOTA 1 A profundidade de engastamento "e" será: $e = \frac{L}{10} + 0,60 \text{ m}$, sendo "e" mínimo = 1,50 m;
L = comprimento do poste, em metros.



Postes de concreto circular

Comprimento/Resistência nominal do poste (m/daN)	"D" - Diâmetro externo da base (m)	"d" - Diâmetro interno da base (m)	"h" - Altura da forma (m)	"e" - Profundidade de engastamento (m)	Resistência do solo (daN)	Volume de concreto (m³)	Materiais utilizados												
							Concreto traço 1:3:5										Areia para preencher o vão ente o poste e base		
							Cimento			Areia			Pedra			Água			
							(kg)	saco	lata (20 l)	(kg)	(m³)	lata (20 l)	(kg)	(m³)	lata (20 l)	(l)			
10/600	0,85	0,54	1,30	1,60	945	0,44	105	2,10	3,7	315	0,21	10,5	515	0,38	21	45	330	0,22	11,0
10/1 000	1,25	0,54	1,30	1,60	1 390	1,30	310	6,20	11	930	0,62	30,9	1 523	1,1	61	134	375	0,25	13,0
10/1 500	1,90	0,63	1,30	1,60	2 113	3,30	787	15,74	28	2 362	1,57	78,4	3 866	2,8	155	341	330	0,22	11,0
11/600	0,80	0,54	1,40	1,70	769	0,40	96	1,92	3,5	286	0,20	10,0	478	0,34	19,0	42	330	0,22	11,0
11/1 000	1,20	0,63	1,40	1,70	1 271	1,17	281	5,61	10,0	840	0,56	28,0	1 401	1,00	55,5	122	450	0,30	15,0
11/1 500	1,60	0,63	1,40	1,70	1 916	2,42	577	11,54	20,5	1 732	1,15	57,5	2 835	2,06	114,0	250	330	0,22	11,0
12/600	0,80	0,54	1,50	1,80	826	0,44	104	2,08	4,0	313	0,21	10,5	521	0,37	20,5	46	330	0,22	11,0
12/1 000	1,00	0,63	1,50	1,80	1 213	0,98	235	4,66	8,5	706	0,47	23,5	1 176	0,85	47,0	103	450	0,30	15,0
12/1 500	1,50	0,63	1,50	1,80	1 844	2,22	533	10,13	19,0	1 594	1,02	54,0	2 658	1,90	106,0	233	330	0,22	11,0
*14/600	0,70	0,54	1,70	2,00	840	0,34	80	1,60	3,0	242	0,16	8,0	402	0,29	16,0	35	330	0,22	11,0
*14/1 000	1,00	0,63	1,70	2,00	1 300	0,89	213	4,25	7,5	637	0,43	21,5	1 065	0,76	42,0	93	450	0,30	15,0
*14/1 500	1,30	0,72	1,70	2,00	1 791	1,65	396	7,90	14,0	1186	0,79	39,5	1 976	1,41	78,5	170	600	0,40	20,0
*16/1 000	0,90	0,63	1,90	2,20	1 314	0,73	173	3,47	6,5	521	0,34	17,0	868	0,62	34,5	76	450	0,30	15,0
*16/1 500	1,20	0,72	1,90	2,20	1 837	1,56	374	7,42	13,5	1 120	0,74	37,0	1 868	1,33	34,0	164	600	0,40	20,0
*18/1 000	0,90	0,72	2,10	2,40	1 370	0,48	115	2,28	4,0	346	0,23	11,5	576	0,42	23,5	51	750	0,50	25,0
*18/1 500	1,20	0,72	2,10	2,40	1 830	1,52	364	7,23	13,0	1 095	0,73	36,5	1 824	1,32	73,5	160	750	0,50	25,0

Postes de concreto duplo T

10/600	0,85	0,62	1,30	1,60	945	0,34	82	1,6	3,0	247	0,16	8,5	417	0,30	17,0	36	473	0,32	16,0
10/1 000	1,25	0,67	1,30	1,60	1 390	1,13	272	5,4	10,5	815	0,54	27,5	1 379	0,99	55,5	120	549	0,37	18,5
11/600	0,82	0,66	1,40	1,70	769	0,27	64	1,3	2,5	191	0,13	6,5	323	0,23	13,0	28	568	0,38	19,0
11/1 000	1,20	0,71	1,40	1,70	1 271	1,03	248	5,0	9,5	743	0,50	25,0	1 257	0,90	50,5	109	655	0,44	22,0
12/600	0,85	0,69	1,50	1,80	826	0,29	69	1,4	2,5	208	0,14	7,0	352	0,25	14,0	31	675	0,45	22,5
12/1 000	1,00	0,74	1,50	1,80	1 213	0,53	127	2,5	5,0	381	0,25	13,0	644	0,46	26,0	56	773	0,52	26,0
*14/600	0,92	0,76	1,70	2,00	840	0,36	86	1,7	3,5	259	0,17	8,5	438	0,31	17,5	38	928	0,62	31,0
*14/1 000	1,00	0,81	1,70	2,00	1 300	0,46	110	2,2	4,0	329	0,22	11,0	556	0,40	22,0	48	1 051	0,70	35,0

*Postes especiais



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.01.04/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

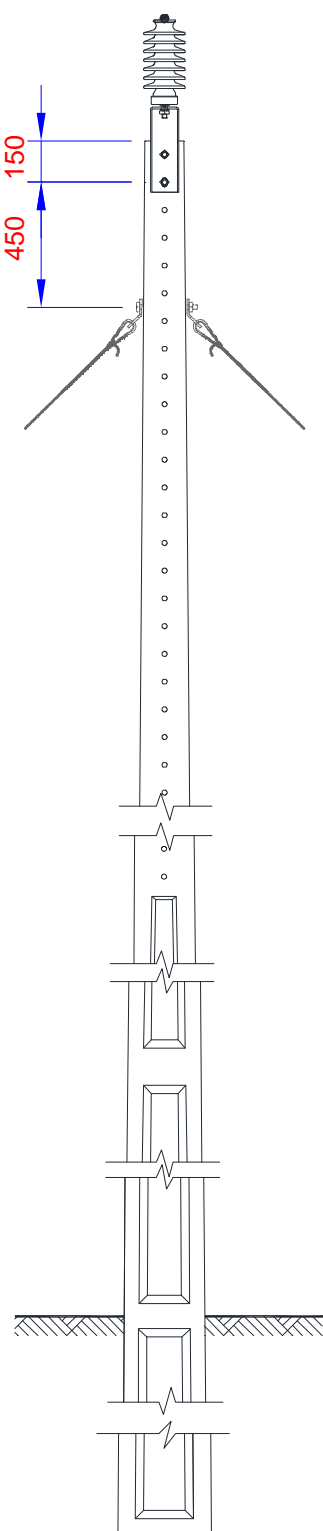
ND.44

Revisão 03

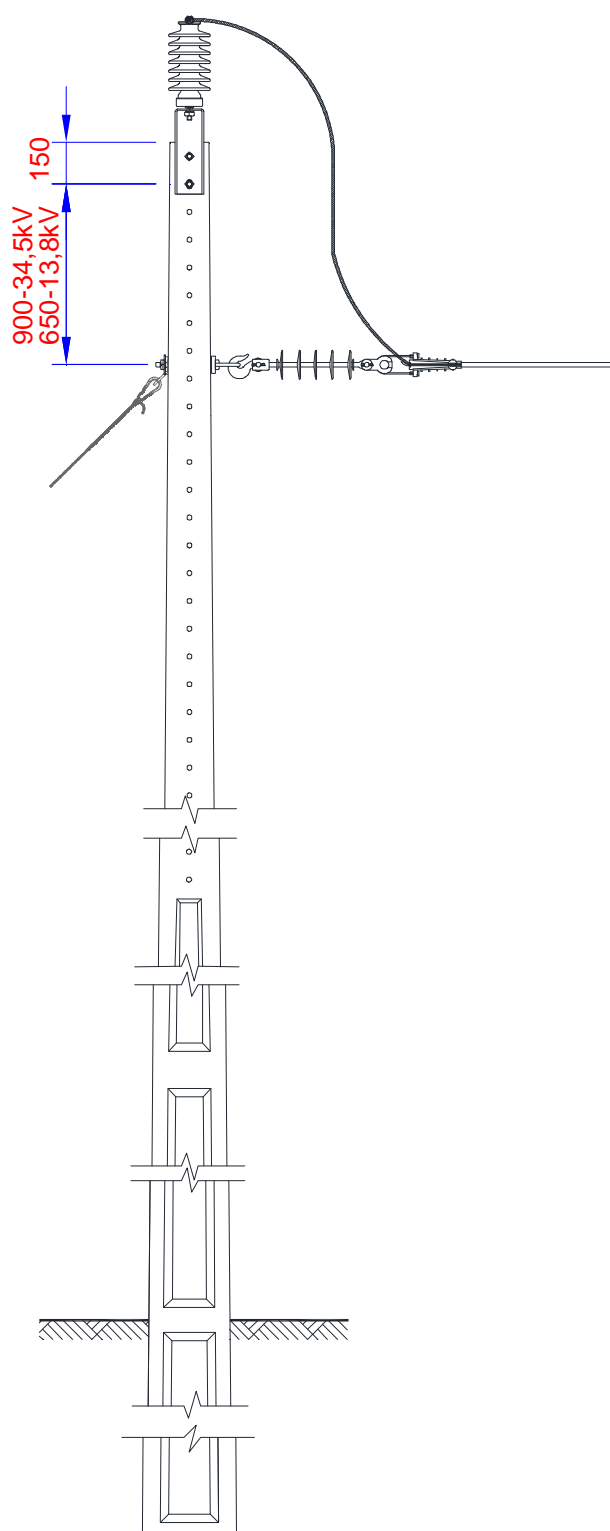
Engastamento de postes Base concretada

DESENHO Nº
ND.44.01.04/1

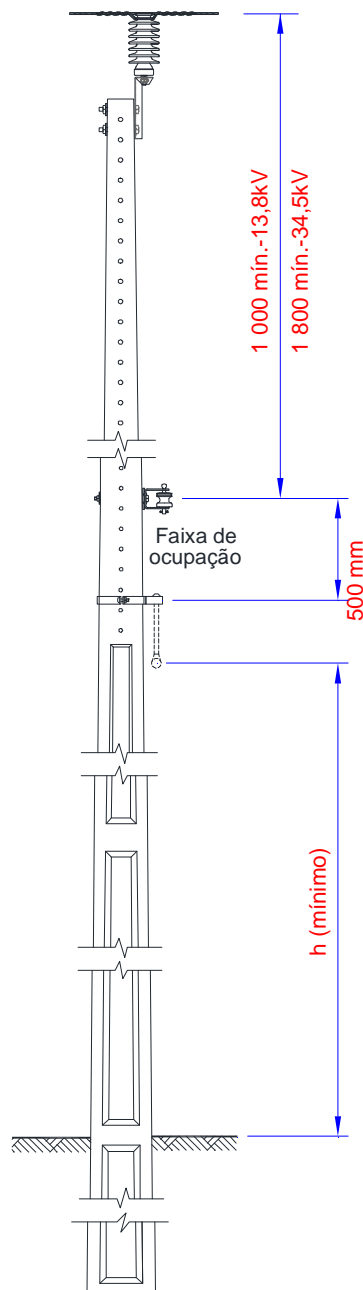
Folha 1/1



Circuito simples



Circuito simples com ramal



NOTA 1 As redes de telecomunicações devem ser instaladas na faixa de ocupação indicada no desenho e na posição definida pela ELEKTRO.

NOTA 2 Os requisitos e condições técnicas mínimas para a instalação das redes de telecomunicações e seus equipamentos, bem como os critérios para o compartilhamento da infraestrutura das redes de distribuição aérea de energia elétrica da ELEKTRO com redes de telecomunicações devem ser de acordo com a Norma ND.47.

NOTA 3 Os equipamentos de telecomunicação não devem ser instalados em postes com equipamentos da ELEKTRO, tais como: transformadores, religadores, seccionadores, capacitores, seccionadores, chaves-fusíveis, para-raios ou que tenham equipamentos de outra ocupante.

NOTA 4 A distância “h” mínima entre condutores das redes de telecomunicação e o solo, em situações mais críticas de flechas dos cabos (a 50 °C), deve ser conforme definido no desenho ND.44.02.04/1.



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.02.02/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

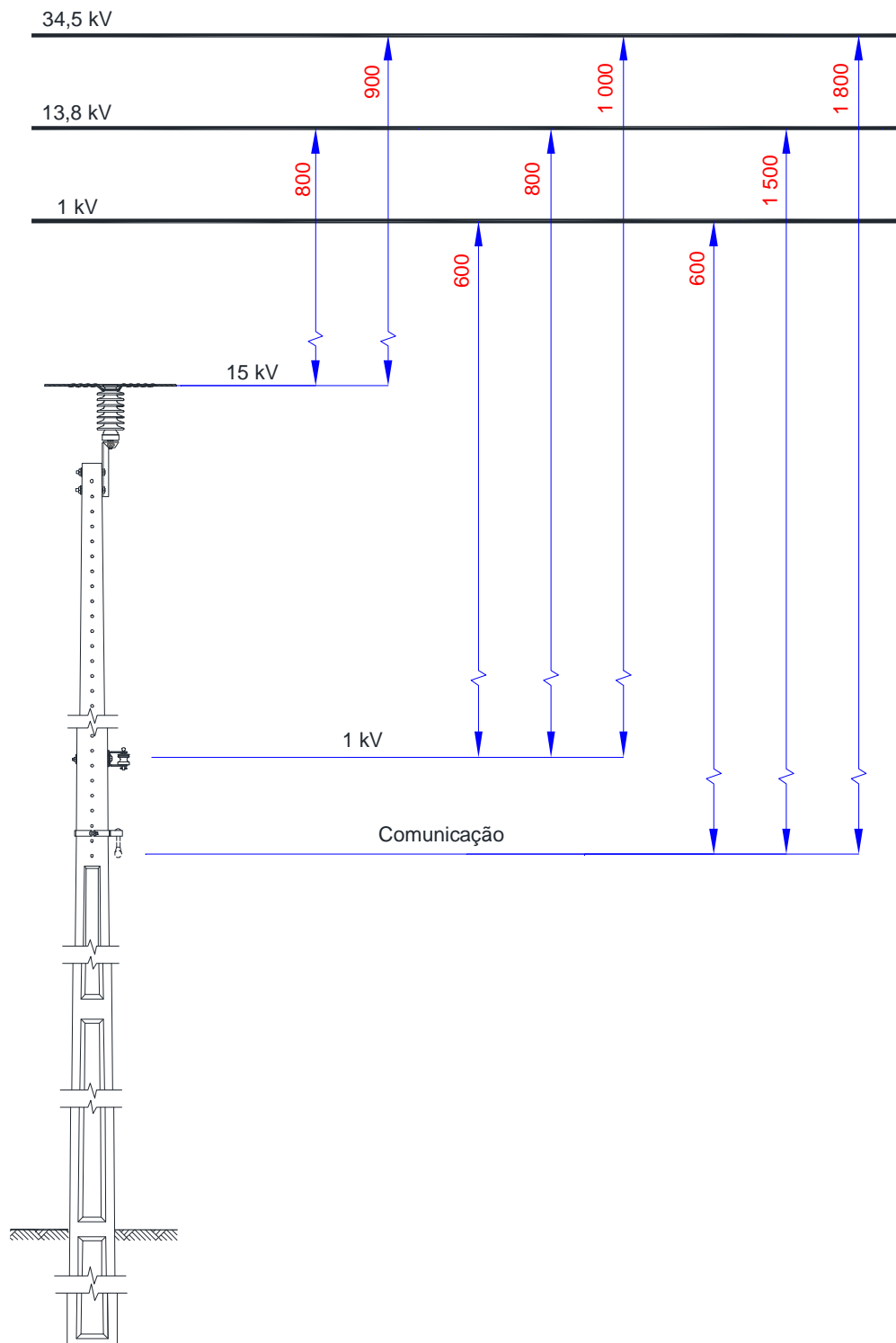
ND.44

Revisão 03

Afastamentos mínimos Compartilhamento de infraestrutura

**DESENHO Nº
ND.44.02.02/1**

Folha 1/1



NOTA 1 Os valores das cotas indicadas são para as situações mais desfavoráveis de flecha dos condutores, no ponto de cruzamento.

NOTA 2 A rede de maior tensão elétrica deve passar sobre a de menor.

NOTA 3 Consultar a ABNT NBR 5422 para afastamentos envolvendo circuitos com tensões superiores a 34,5 kV e redes de distribuição.



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.02.03/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

ND.44

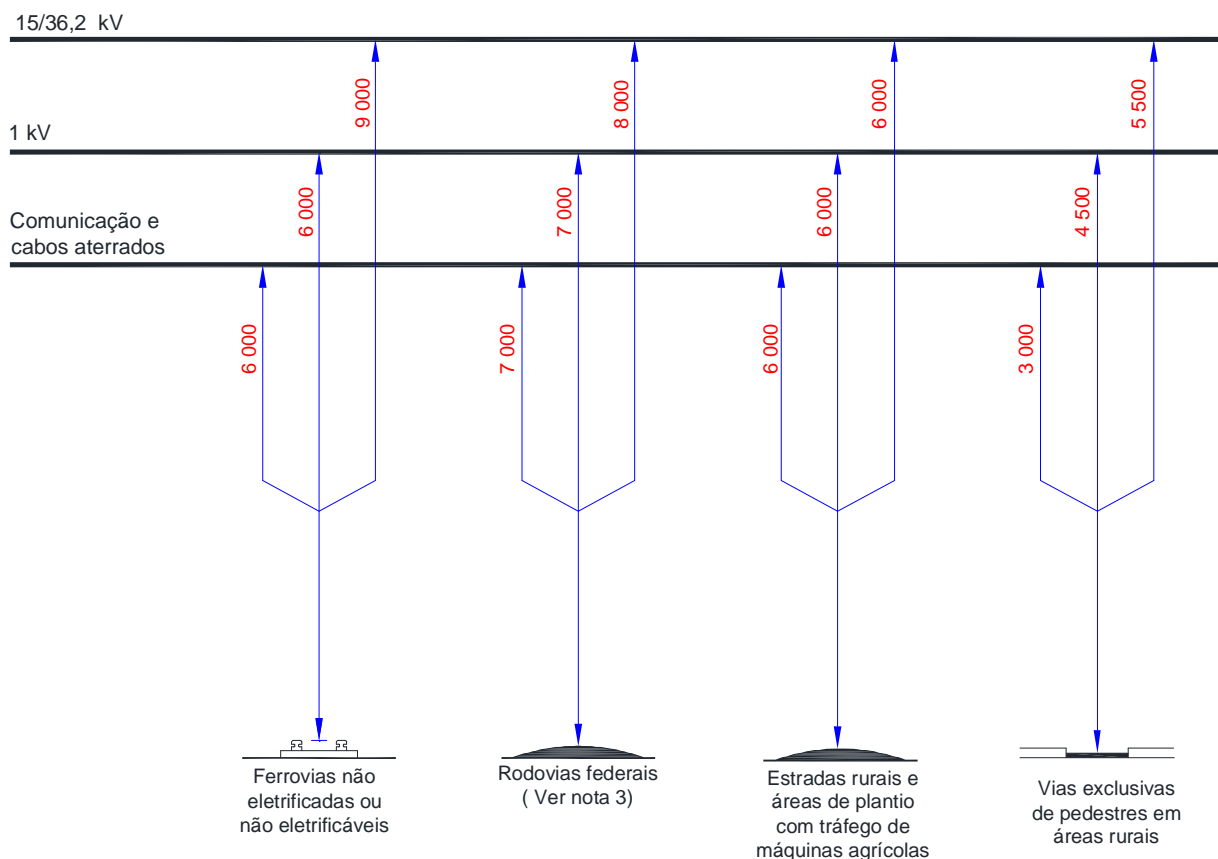
Revisão

03

Afastamentos mínimos Entre condutores de circuitos diferentes

DESENHO Nº
ND.44.02.03/1

Folha 1/1

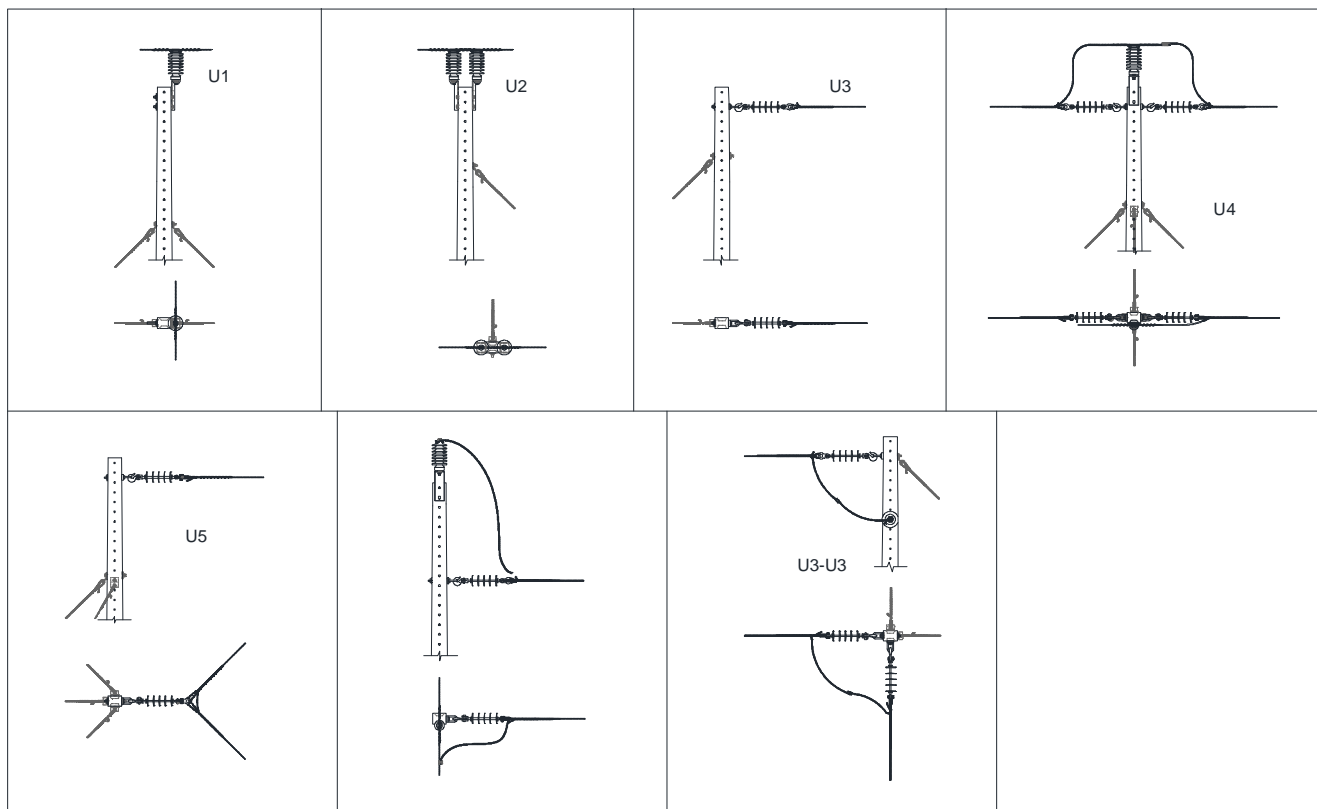


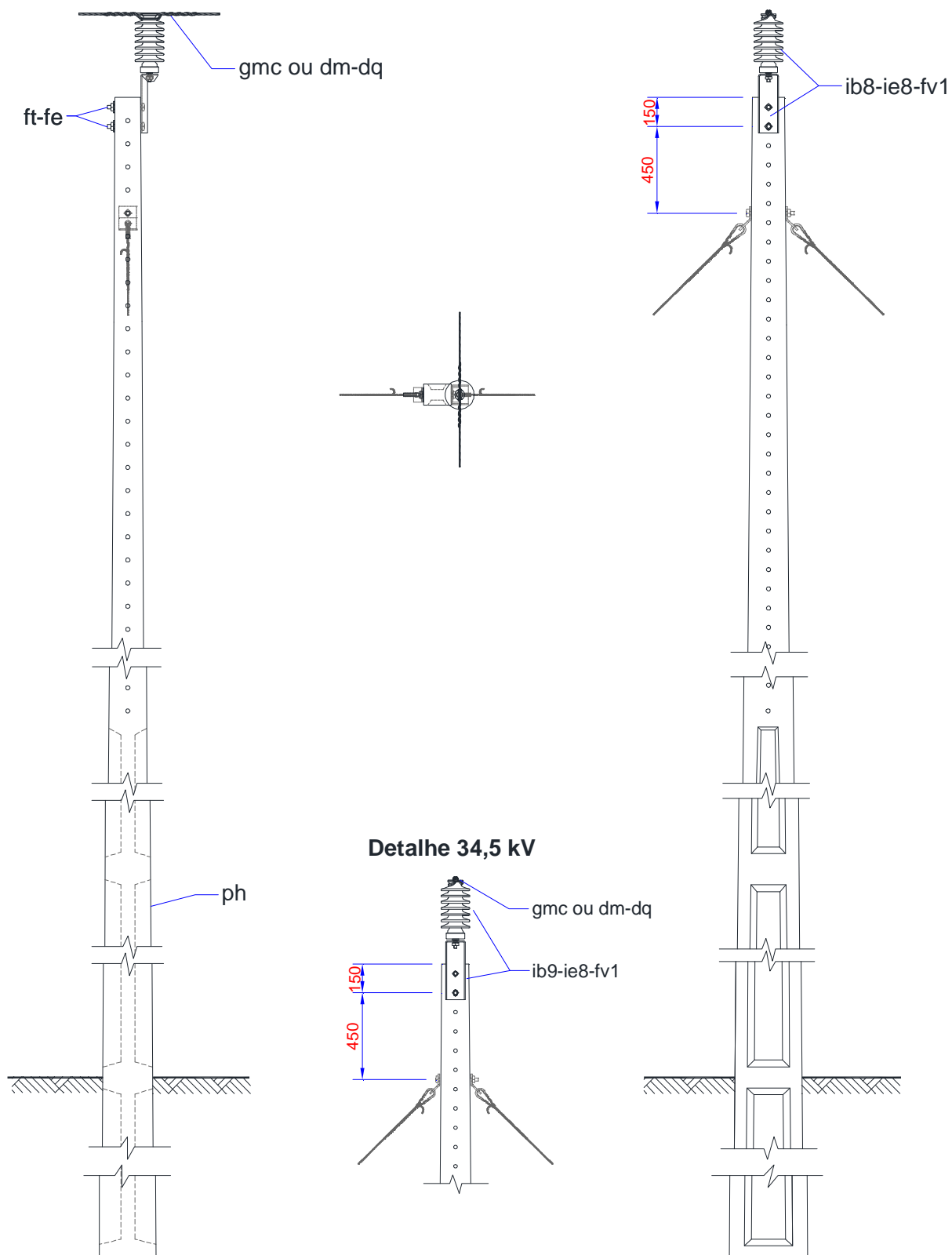
Referência: ABNT NBR 15688:2012, Figura 12

NOTA 1 Os valores indicados são para o circuito mais próximo do solo na condição de flecha máxima.

NOTA 2 Em ferrovias eletrificadas ou eletrificáveis a distância do condutor ao solo (parte superior dos trilhos) é de 12 m para rede de 13,8 kV.

NOTA 3 Em rodovias estaduais, recomenda-se que a distância mínima do condutor ao solo atenda à legislação específica do órgão estadual. Na falta de regulamentação estadual, obedecer aos valores especificados para rodovias federais.





RELAÇÃO DE MATERIAIS

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
fe	2	Arruela quadrada de 38 mm, com furo de diâmetro 18 mm
ft	2	Parafuso de aço carbono, cabeça quadrada, M16 x comprimento adequado
fv1	1	Suporte para isolador tipo pilar, 305 x 102 x 35 mm F-51
gmc	1	Laço pré-formado de topo, para cabo de alumínio CA/CAA, bitola adequada (pescoço do isolador = 60 mm)
ie8	1	Pino de aço-carbono, comprimento de 38 mm, para isolador pilar de 24,2/36,2 kV, para suporte metálico
ph	1	Poste de concreto armado, seção "duplo T" de comprimento e carga nominal adequado

RELAÇÃO DE MATERIAIS ESPECÍFICOS – 15 kV

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
ib8	1	Isolador rígido tipo pilar, de porcelana, classe 15 kV, NBI 150kV

RELAÇÃO DE MATERIAIS ESPECÍFICOS – 36,2 kV

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
ib9	1	Isolador rígido tipo pilar, de porcelana, classe 36,2 kV, NBI 170kV

- NOTA 1 O isolador tipo pilar deve ser disposto no poste no lado mais conveniente.
- NOTA 2 Para os limites de ângulo e vão na utilização da estrutura U1, consultar o anexos B.
- NOTA 3 A relação de materiais contempla somente a montagem da estrutura U1.
- NOTA 4 Para os estaiamentos, consultar desenhos ND.44.09.01/1 a ND.44.09.05/1
- NOTA 5 Para as amarrações, consultar desenhos ND.44.12.01/1 a ND.44.12.03/1.



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.03.02/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

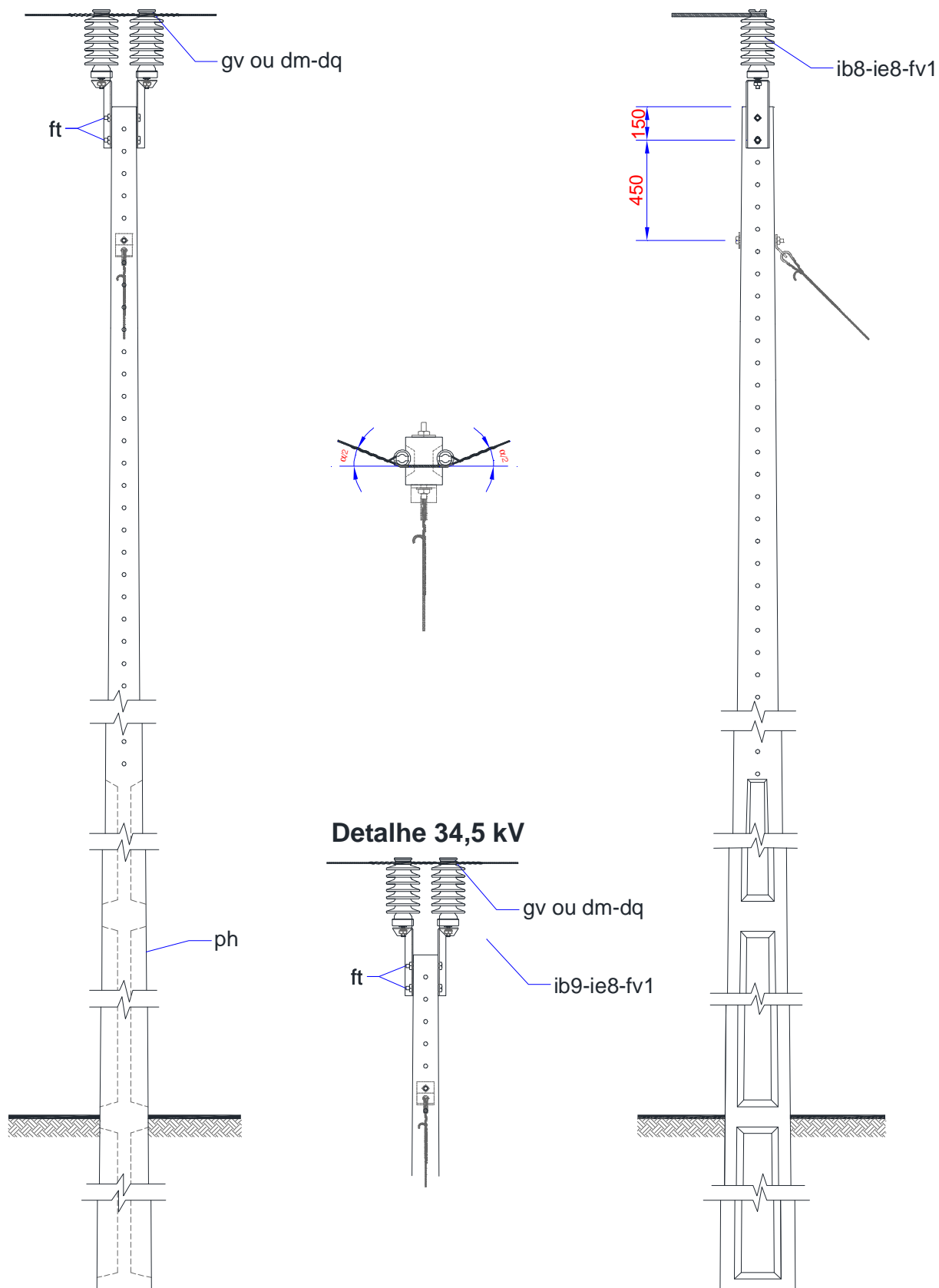
ND.44

Revisão 03

**Estruturas básicas
Estrutura U1**

**DESENHO Nº
ND.44.03.02/1
Folha 2/2**

Dimensões em milímetros



Superintendência de Redes

Norma de Distribuição

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.03.03/1 de 07/07/2014

ND.44

Revisão 03



**Estruturas básicas
Estrutura U2**

**DESENHO Nº
ND.44.03.03/1**

Folha 1/2

RELAÇÃO DE MATERIAIS

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
ft	2	Parafuso de aço carbono, cabeça quadrada, M16 x comprimento adequado
fv1	2	Suporte para isolador tipo pilar, 305 x 102 x 35 mm F-51
gv	1	Laço pré-formado lateral duplo, para cabo de alumínio CA/CAA, bitola adequada (pescoço do isolador = 60 mm)
ie8	2	Pino de aço-carbono, comprimento de 38 mm, para isolador pilar de 24,2/36,2 kV, para suporte metálico
ph	1	Poste de concreto armado, seção "duplo T" de comprimento e carga nominal adequado

RELAÇÃO DE MATERIAIS ESPECÍFICOS – 15 kV

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
ib8	2	Isolador rígido tipo pilar, de porcelana, classe 15 kV, NBI 150kV

RELAÇÃO DE MATERIAIS ESPECÍFICOS – 36,2 kV

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
ib9	2	Isolador rígido tipo pilar, de porcelana, classe 36,2 kV, NBI 170kV

- NOTA 1 Para os limites de ângulo e vão na utilização da estrutura U2, consultar o anexo B.
- NOTA 2 A relação de materiais contempla a montagem da estrutura U2.
- NOTA 3 Para os estaiamentos, consultar desenhos ND.44.09.01/1 a ND.44.09.05/1.
- NOTA 4 Para as amarrações, consultar desenhos ND.44.12.01/1 a ND.44.12.03/1.



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.03.03/1 de 07/07/2014

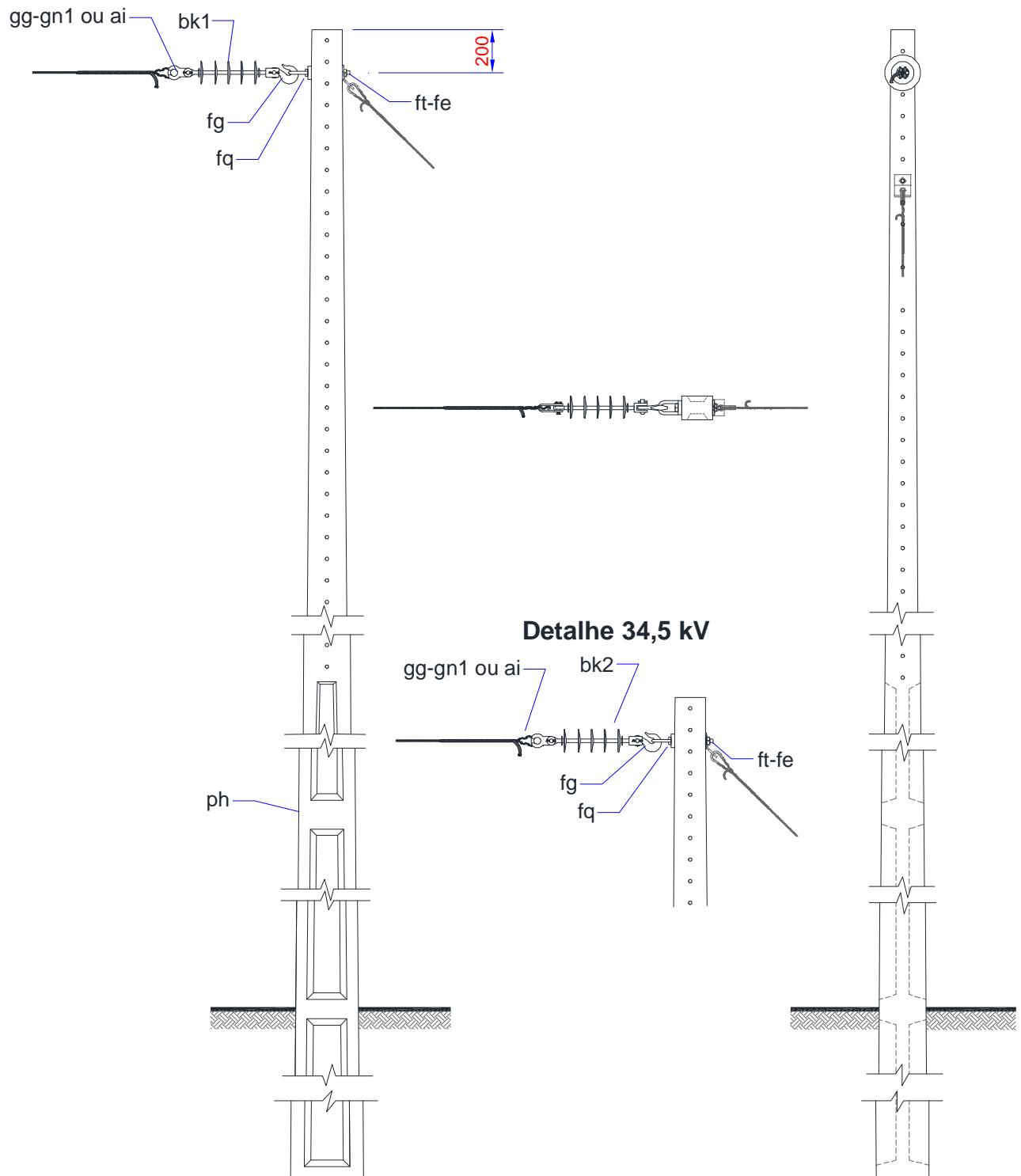
Norma de Distribuição

ND.44

Revisão 03

**Estruturas básicas
Estrutura U2**

**DESENHO Nº
ND.44.03.03/1
Folha 2/2**



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.03.04/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

ND.44

Revisão 03



**Estruturas básicas
Estrutura U3**

**DESENHO Nº
ND.44.03.04/1**

Folha 1/2

RELAÇÃO DE MATERIAIS

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
fe	1	Arruela quadrada de 38 mm, com furo de diâmetro 18 mm
fg	1	Gancho-olhal
fq	1	Olhal para parafuso de diâmetro 16 mm
ft	1	Parafuso de aço carbono, cabeça quadrada, M16 x comprimento adequado
gg	1	Manilha-sapatilha
gn1	1	Alça pré-formada de distribuição, para cabo de alumínio CAA, bitola 4 AWG
ph	1	Poste de concreto armado, seção "duplo T" de comprimento e carga nominal adequado

RELAÇÃO DE MATERIAIS ESPECÍFICOS – 15 kV

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
bk1	1	Isolador polimérico de ancoragem 15 kV

RELAÇÃO DE MATERIAIS ESPECÍFICOS – 36,2 kV

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
bk2	1	Isolador polimérico de ancoragem 36,2 kV

- NOTA 1 A estrutura U3 deve ser utilizada quando houver a necessidade de ancoragem da rede.
- NOTA 2 A relação de materiais contempla somente a montagem da estrutura U3.
- NOTA 3 Para os estaiamentos, consultar desenhos ND.44.09.01/1 a ND.44.09.05/1.
- NOTA 4 Para as amarrações, consultar desenhos ND.44.12.01/1 a ND.44.12.03/1.



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.03.04/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

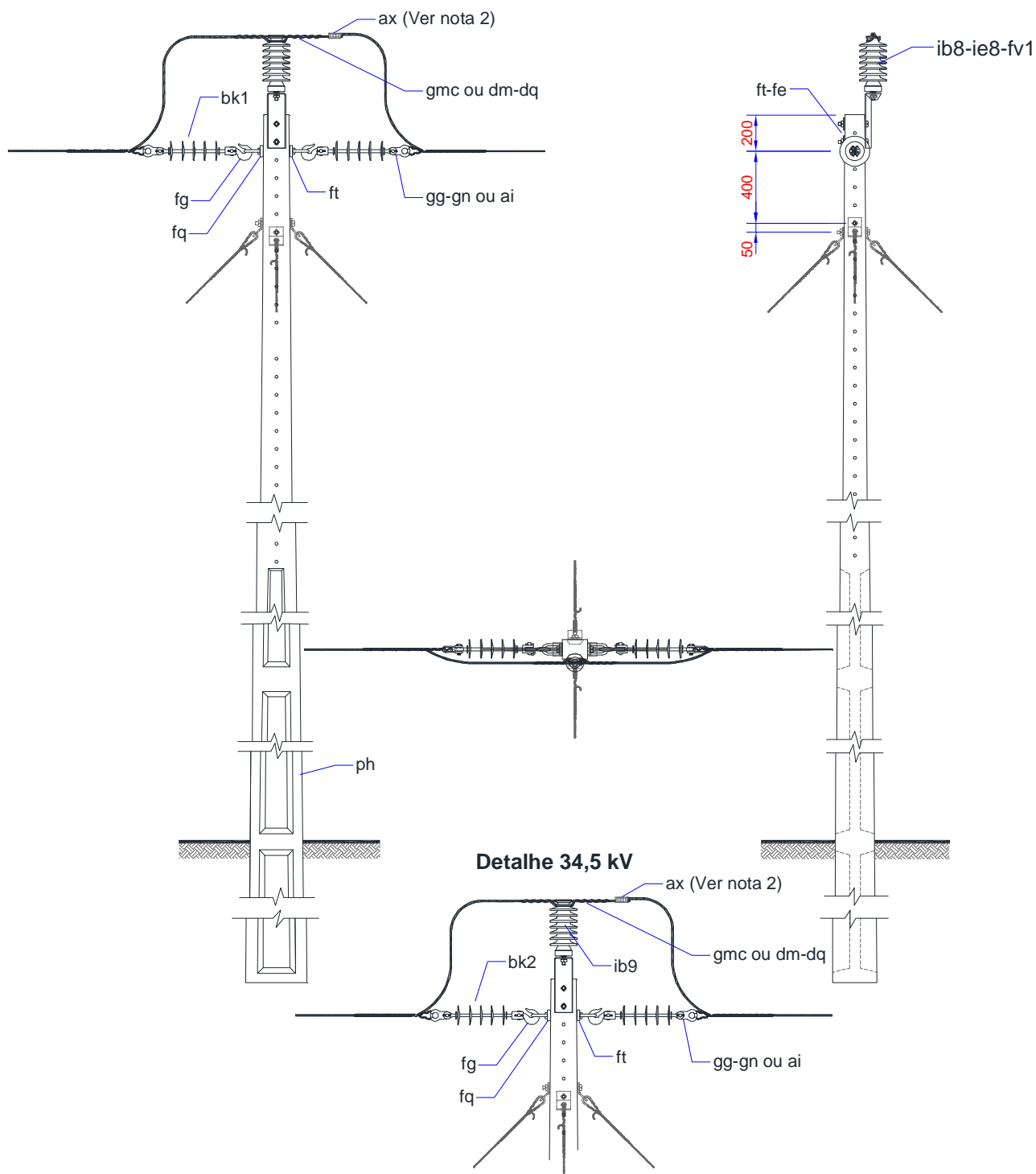
ND.44

Revisão 03

**Estruturas básicas
Estrutura U3**

**DESENHO Nº
ND.44.03.04/1
Folha 2/2**

Dimensões em milímetros



Superintendência de Redes

Norma de Distribuição

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

ND.44

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.03.05/1 de 07/07/2014

Revisão 03



**Estruturas básicas
Estrutura U4**

**DESENHO Nº
ND.44.03.05/1**

Folha 1/2

RELAÇÃO DE MATERIAIS

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
fe	2	Arruela quadrada de 38 mm, com furo de diâmetro 18 mm
fg	2	Gancho-olhal
fq	2	Olhal para parafuso de diâmetro 16 mm
ft	3	Parafuso de aço carbono, cabeça quadrada, M16 x comprimento adequado
fv1	1	Suporte para isolador tipo pilar, 305 x 102 x 35 mm F-51
gg	2	Manilha-sapatilha
gmc	1	Laço pré-formado de topo, para cabo de alumínio CA/CAA, bitola adequada (pescoço do isolador = 60 mm)
gn	2	Alça pré-formada de distribuição, para cabo de alumínio CA-CAA, bitola adequada
ie8	1	Pino de aço-carbono, comprimento de 38 mm, para isolador pilar de 24,2/36,2 kV, para suporte metálico
ph	1	Poste de concreto armado, seção "duplo T" de comprimento e carga nominal adequado

RELAÇÃO DE MATERIAIS ESPECÍFICOS – 15 kV

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
bk1	2	Isolador polimérico de ancoragem 15 kV
ib8	1	Isolador rígido tipo pilar, de porcelana, classe 15 kV, NBI 150kV

RELAÇÃO DE MATERIAIS ESPECÍFICOS – 36,2 kV

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
bk2	2	Isolador polimérico de ancoragem 36,2 kV
ib9	1	Isolador rígido tipo pilar, de porcelana, classe 36,2 kV, NBI 170kV

- NOTA 1 A estrutura U4 deve ser utilizada quando houver a necessidade de ancoragem dupla da rede.
- NOTA 2 Evitar o seccionamento dos condutores; porém, se necessário, devem ser utilizados conectores a compressão para as interligações.
- NOTA 3 A Relação de materiais contempla somente a montagem da estrutura U4.
- NOTA 4 Para os estaiamentos, consultar desenhos ND.44.09.01/1 a ND.44.09.06/1
- NOTA 5 Para as amarrações, consultar desenhos ND.44.12.01/1 a ND.44.12.03/1.

Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.03.05/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

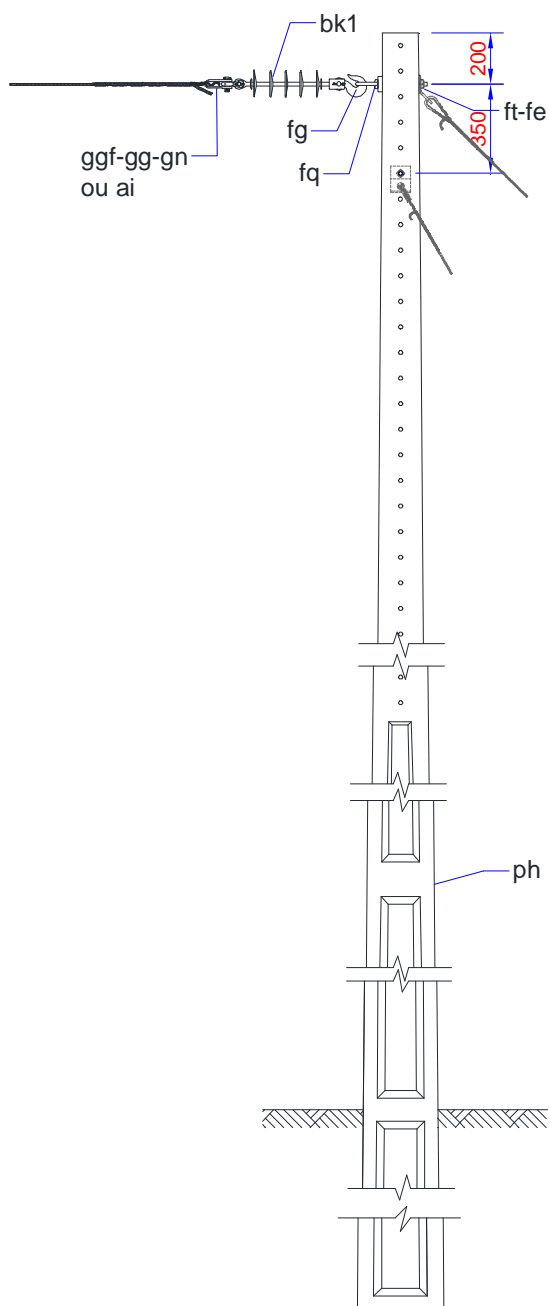
ND.44

Revisão 03

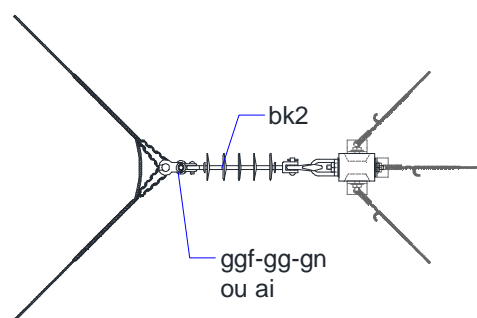
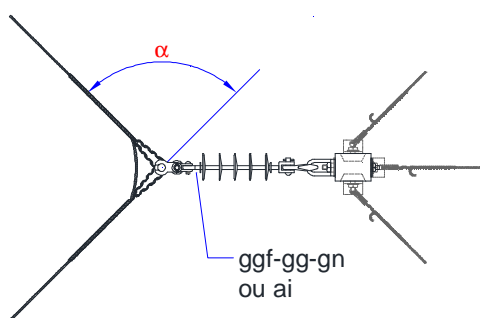
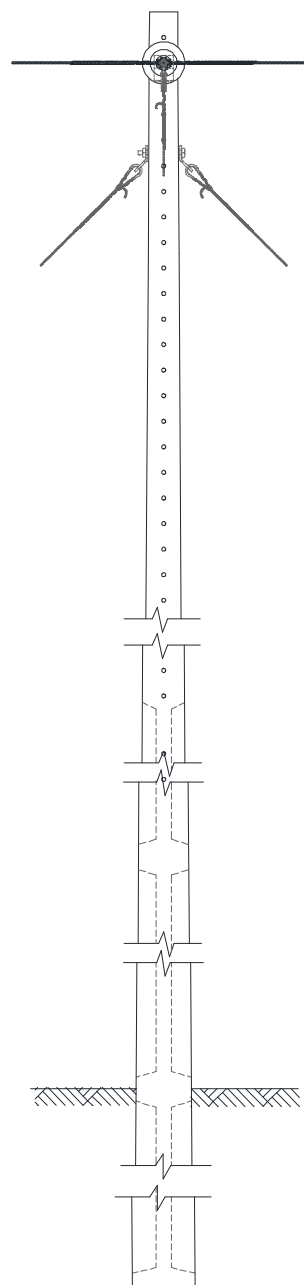


**Estruturas básicas
Estrutura U4**

**DESENHO Nº
ND.44.03.05/1
Folha 2/2**



Dimensões em milímetros



Superintendência de Redes

Norma de Distribuição

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.03.06/1 de 07/07/2014

ND.44

Revisão 03



Estruturas básicas
Estrutura U5

DESENHO Nº
ND.44.03.06/1

Folha 1/2

RELAÇÃO DE MATERIAIS

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
fe	1	Arruela quadrada de 38 mm, com furo de diâmetro 18 mm
fg	1	Gancho-olhal
fq	1	Olhal para parafuso de diâmetro 16 mm
ft	1	Parafuso de aço carbono, cabeça quadrada, M16 x comprimento adequado
gg	1	Manilha-sapatilha
ggf	1	Manilha de ferro fundido nodular, para sustentação de cabo de alumínio pré-reunido (multiplexado) com neutros isolados
gn	2	Alça pré-formada de distribuição, para cabo de alumínio CAA, bitola bitola adequada
ph	1	Poste de concreto armado, seção "duplo T" de comprimento e carga nominal adequado

RELAÇÃO DE MATERIAIS ESPECÍFICOS – 15 kV

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
bk1	2	Isolador polimérico de ancoragem 15 kV

RELAÇÃO DE MATERIAIS ESPECÍFICOS – 36,2 kV

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
bk2	2	Isolador polimérico de ancoragem 36,2 kV

- NOTA 1 Para os limites de ângulo e vão na utilização da estrutura U5, consultar os anexos B, C ou D.
- NOTA 2 A relação de materiais contempla somente a montagem da estrutura U5.
- NOTA 3 Para os estaiamentos, consultar desenhos ND.44.09.01/1 a ND.44.09.06/1
- NOTA 4 Para as amarrações, consultar desenhos ND.44.12.01/1 a ND.44.12.03/1.



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.03.06/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

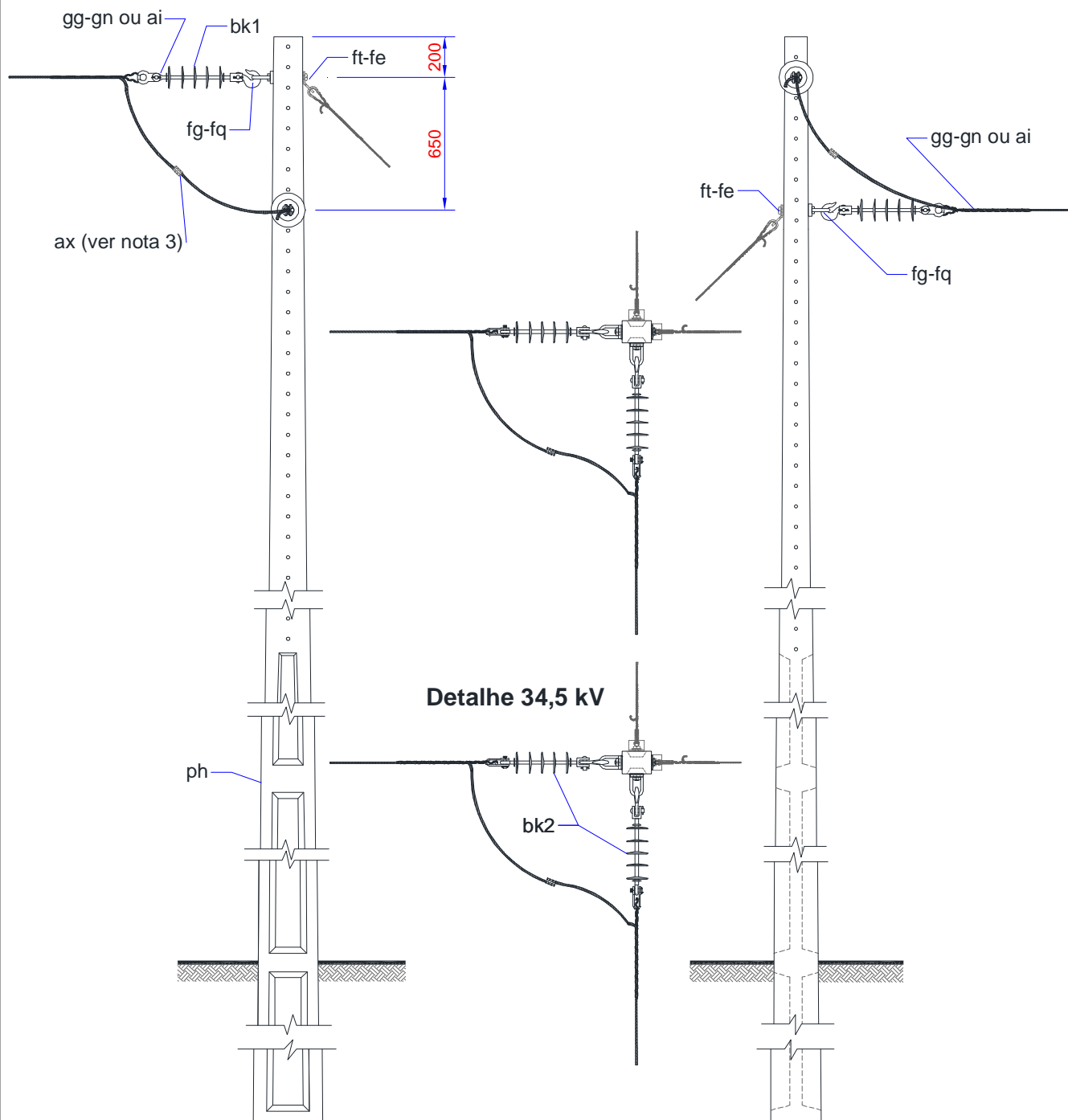
ND.44

Revisão 03

**Estruturas básicas
Estrutura U5**

**DESENHO Nº
ND.44.03.06/1
Folha 2/2**

Dimensões em milímetros



Superintendência de Redes

Norma de Distribuição

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.03.07/1 de 07/07/2014

ND.44

Revisão 03



**Estruturas básicas
Estrutura U3-U3**

**DESENHO Nº
ND.44.03.07/1**

Folha 2/2

RELAÇÃO DE MATERIAIS

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
ax	1	Conector derivação, compressão, paralelo, formato "H", de alumínio, Ø condutores TR e DR adequados
fe	2	Arruela quadrada de 38 mm, com furo de diâmetro 18 mm
fg	2	Gancho-olhal
fq	2	Olhal para parafuso de diâmetro 16 mm
ft	2	Parafuso de aço carbono, cabeça quadrada, M16 x comprimento adequado
gg	2	Manilha-sapatilha
gn	2	Alça pré-formada de distribuição, para cabo de alumínio CAA, bitola adequada
ph	1	Poste de concreto armado, seção "duplo T" de comprimento e carga nominal adequado

RELAÇÃO DE MATERIAIS ESPECÍFICOS – 15 kV

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
bk1	2	Isolador polimérico de ancoragem 15 kV

RELAÇÃO DE MATERIAIS ESPECÍFICOS – 36,2 kV

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
bk2	2	Isolador polimérico de ancoragem 36,2 kV

- NOTA 1 A estrutura U3-U3 deve ser utilizada quando há necessidade de ancoragem da dupla da rede.
- NOTA 2 A relação de materiais contempla somente a montagem da estrutura U3-U3.
- NOTA 3 Evitar o seccionamento dos condutores; porém, se necessário, devem ser utilizados conectores a compressão para as interligações.
- NOTA 4 Para os estaiamentos, consultar desenhos ND.44.09.01/1 a ND.44.09.06/1.
- NOTA 5 Para as amarrações, consultar desenhos ND.44.12.01/1 a ND.44.12.03/1.

Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.03.07/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

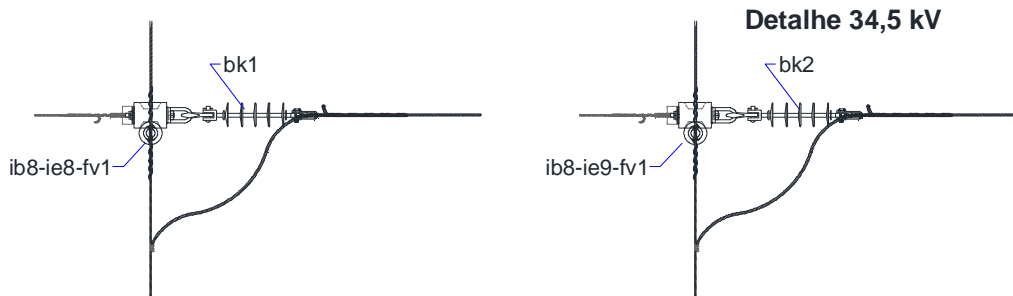
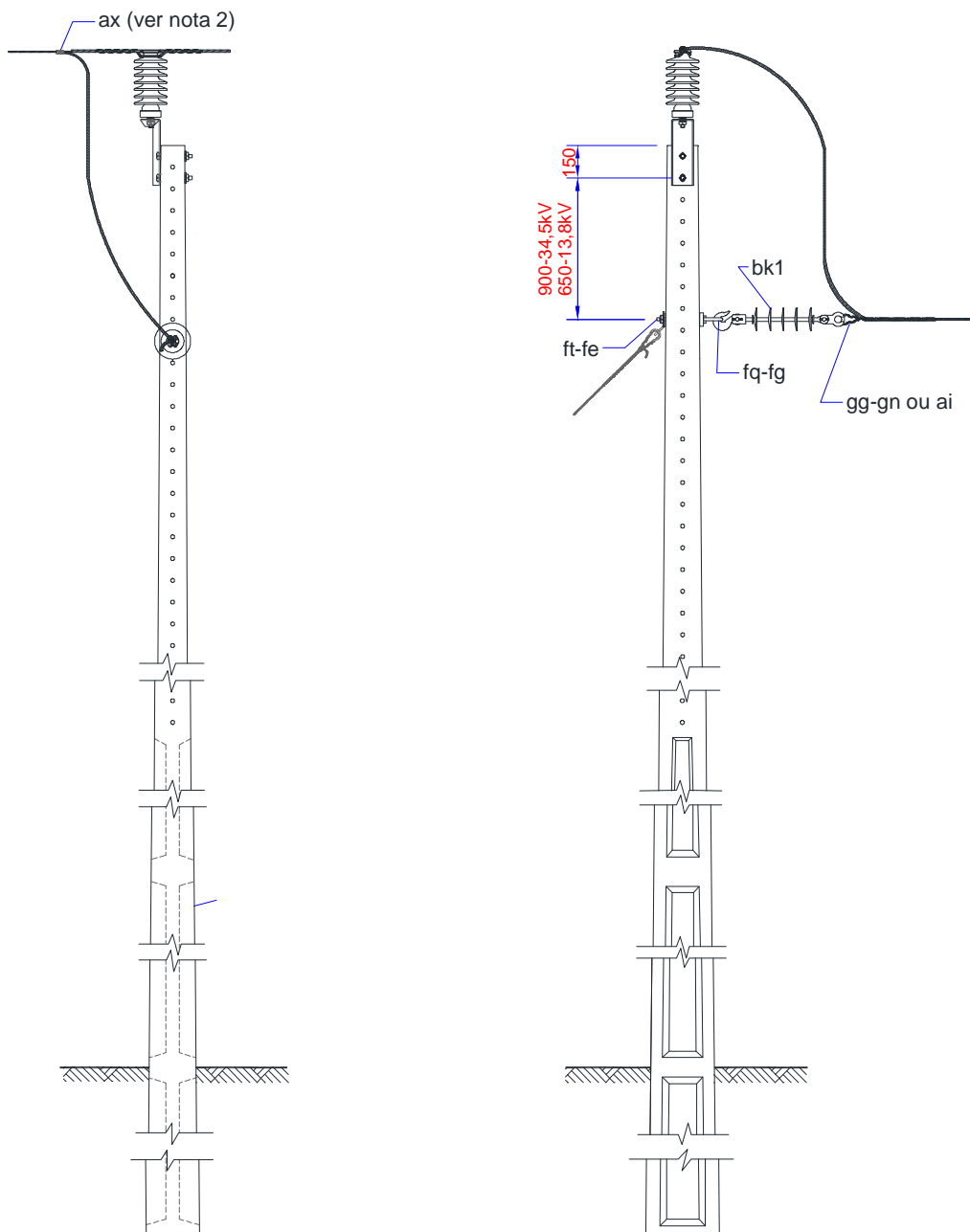
ND.44

Revisão 03



**Estruturas básicas
Estrutura U3-U3**

**DESENHO Nº
ND.44.03.07/1
Folha 2/2**



RELAÇÃO DE MATERIAIS

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
ax	1	Conector derivação, compressão, paralelo, formato "H", de alumínio, Ø condutores TR e DR adequados
fe	1	Arruela quadrada de 38 mm, com furo de diâmetro 18 mm
fg	1	Gancho-olhal
fq	1	Olhal para parafuso de diâmetro 16 mm
ft	1	Parafuso de aço carbono, cabeça quadrada, M16 x comprimento adequado
fv1	1	Suporte para isolador tipo pilar, 305 x 102 x 35 mm F-51
gg	1	Manilha-sapatilha
gn	1	Alça pré-formada de distribuição, para cabo de alumínio CAA, bitola adequada

RELAÇÃO DE MATERIAIS ESPECÍFICOS – 15 kV

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
bk1	1	Isolador polimérico de ancoragem 15 kV

RELAÇÃO DE MATERIAIS ESPECÍFICOS – 36,2 kV

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
bk2	1	Isolador polimérico de ancoragem 36,2 kV

- NOTA 1** A relação de materiais contempla somente a montagem da estrutura U3.
- NOTA 2** Se necessário, podem ser previstos conectores de derivação tipo estribo (af) e grampo de linha viva (ae).
- NOTA 3** Esta estrutura deve ser utilizada em ramais sem chaves-fusíveis, conforme critérios do item 6.1.6.
- NOTA 4** O ângulo máximo para a derivação é de 30° em relação ao eixo perpendicular do tronco para ângulos até 60° utilizar poste circular.
- NOTA 5** Para os estaamentos, consultar desenhos ND.44.09.01/1 a ND.44.09.06/1
- NOTA 6** Para as amarrações, consultar desenhos ND.44.12.01/1 a ND.44.12.03/1.



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.04.01/1 de 07/07/2014

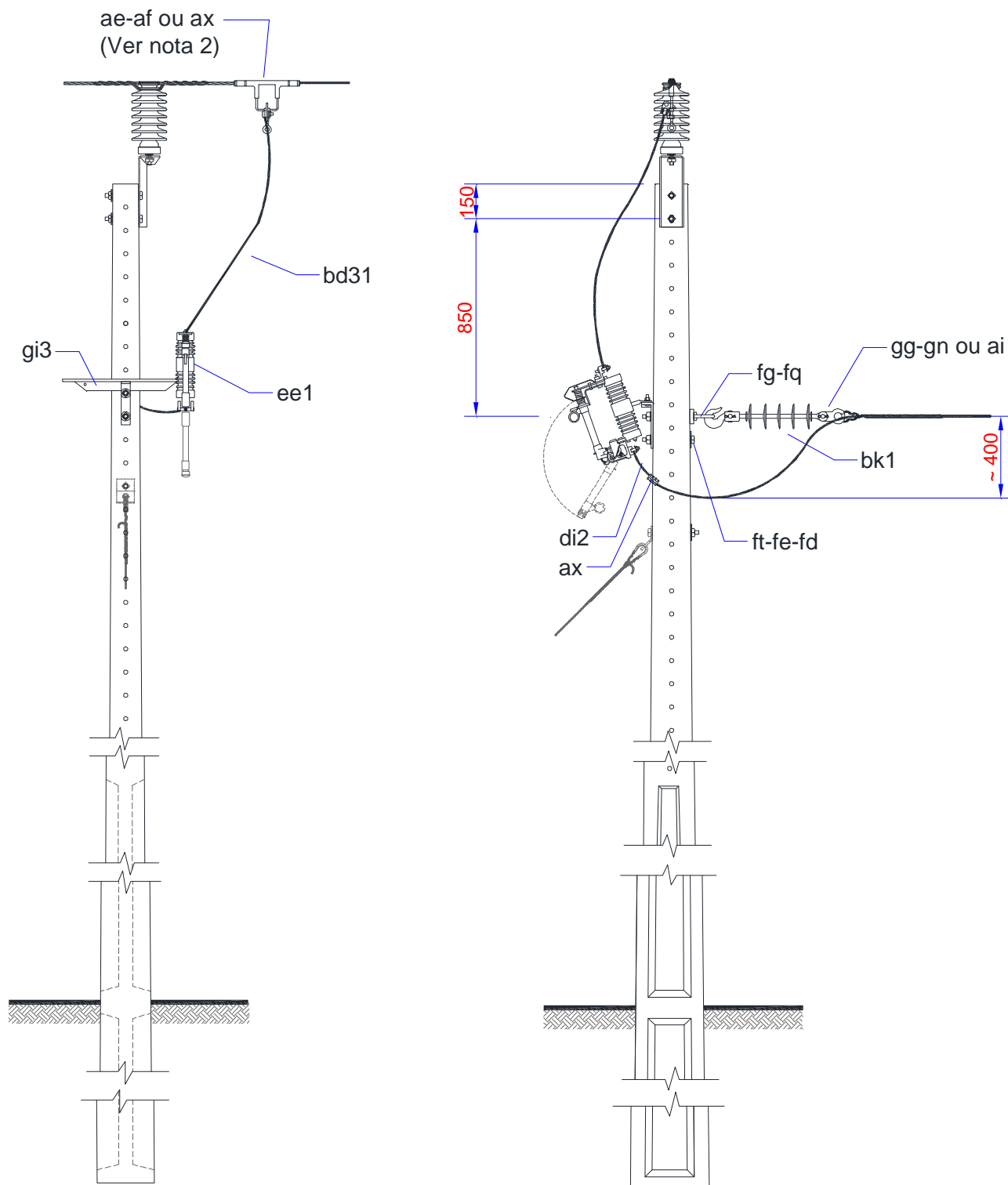
Norma de Distribuição

ND.44

Revisão 03

**Derivação de rede
Estrutura U1-U3
Ramal de rede sem chave fusível**

**DESENHO Nº
ND.44.04.01/1
Folha 2/2**



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.04.04/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

ND.44

Revisão 03

**Derivação de rede
Estrutura U1-U3
Ramal de rede com chave fusível**

**DESENHO Nº
ND.44.04.02/1**

Folha 1/3

RELAÇÃO DE MATERIAIS

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
ae	1	Grampo de linha viva, para condutores de cobre, seções TR 25 a 120 mm ² e DR 16 mm ² a 70 mm ²
af	1	Conector derivação tipo estribo, a compressão, de alumínio, para cabos CA-CAA bitola adequada
bd31	1,5	Cabo de cobre coberto em XLPE, seção 16 mm ² , 15 kV, anti-tracking
di2	1	Cabo de cobre, têmpera meio-dura, seção 25 mm ²
fe	1	Arruela quadrada de 38 mm, com furo de diâmetro 18 mm
fd	1	Arruela redonda de 40 mm, com furo de diâmetro 18 mm
ft	2	Parafuso de aço carbono, cabeça quadrada, M16 x comprimento adequado
fg	1	Gancho-olhal
fq	1	Olhal para parafuso de diâmetro 16 mm
gi3	1	Suporte de para-raios e chaves-fusíveis para sistema monofásico
gg	1	Manilha-sapatilha
gn1	1	Alça pré-formada de distribuição, para cabo de alumínio CAA, bitola 4 AWG

RELAÇÃO DE MATERIAIS ESPECÍFICOS – 15 kV

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
ee1	1	Chave-fusível de distribuição, 15 kV - 300 A, NBI 95 kV - 10 000 A, base tipo "C"
bk1	1	Isolador polimérico de ancoragem 15 kV

RELAÇÃO DE MATERIAIS ESPECÍFICOS – 36,2 kV

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
ee5a	1	Chave-fusível de distribuição, 36,2 kV - 300 A, NBI 150 kV - 5 000 A, base tipo "C"
bk2	1	Isolador polimérico de ancoragem 36,2 kV



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.04.04/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

ND.44

Revisão 03

**Derivação de rede
Estrutura U1-U3
Ramal de rede com chave fusível**

**DESENHO Nº
ND.44.04.02/1**

Folha 2/3

- NOTA 1** A relação de Materiais contempla somente a montagem da estrutura da derivação U3.
- NOTA 2** A ligação com grampo de linha viva é limitada a 50 A na derivação.
- NOTA 3** Para valores superiores, substituir o conector tipo estribo e grampo de linha viva por conector a compressão adequado (ax).
- NOTA 4** Esta estrutura deve ser utilizada em ramais com chave fusível, conforme critérios do item 6.1.6.
- NOTA 5** O ângulo máximo para a derivação é de 30° em relação ao eixo perpendicular do tronco, para ângulos até 60° utilizar poste circular.
- NOTA 6** A montagem é aplicável também para utilização de lâmina desligadora.
- NOTA 7** Para os estaiamentos, consultar desenhos ND.44.09.01/1 a ND.44.09.06/1
- NOTA 8** Para as amarrações, consultar desenhos ND.44.12.01/1 a ND.44.12.03/1.



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.04.04/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

ND.44

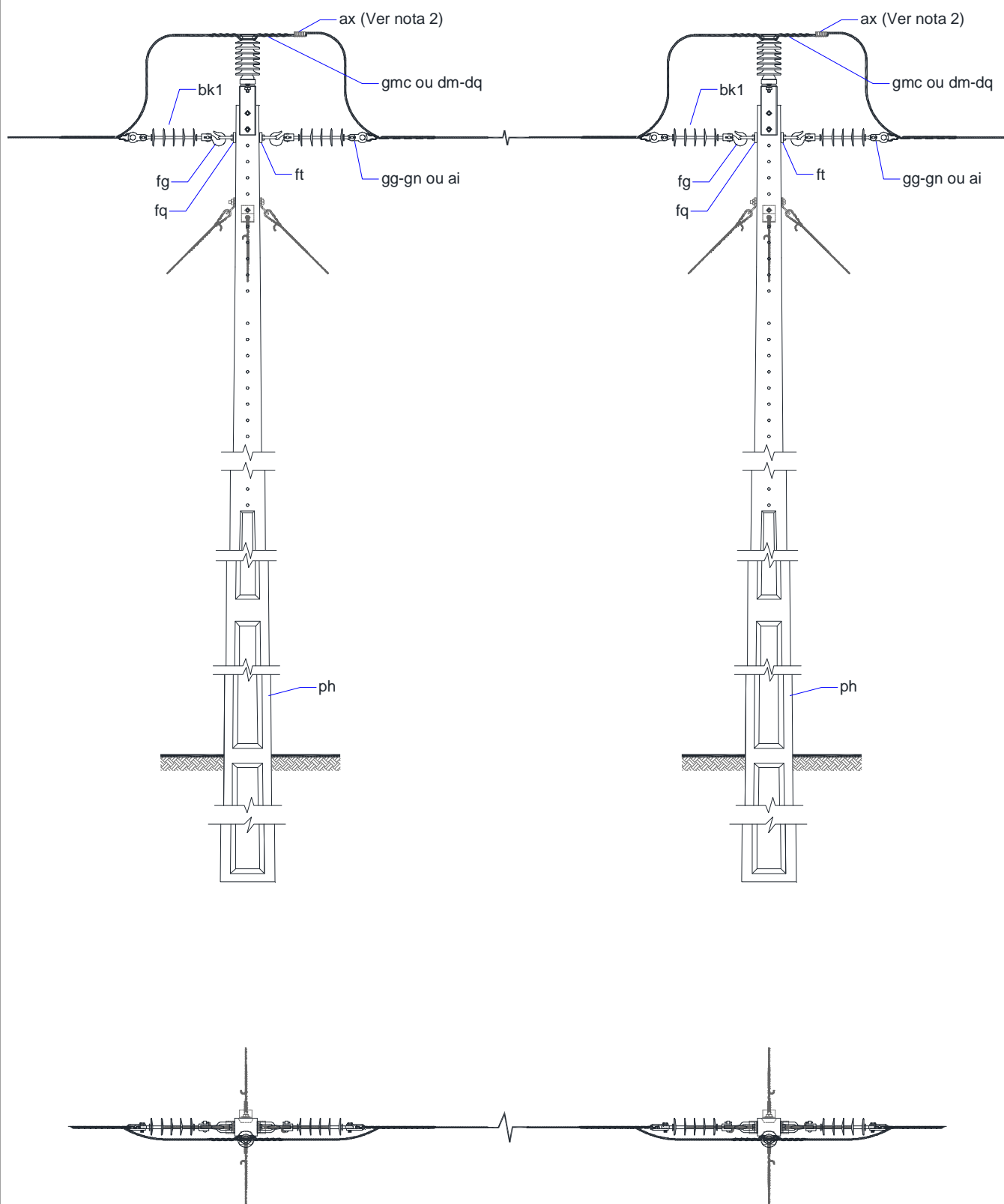
Revisão

03

**Derivação de rede
Estrutura U1-U3
Ramal de rede com chave fusível**

**DESENHO Nº
ND.44.04.02/1**

Folha 3/3



RELAÇÃO DE MATERIAIS

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
fe	4	Arruela quadrada de 38 mm, com furo de diâmetro 18 mm
fg	4	Gancho-olhal
fq	4	Olhal para parafuso de diâmetro 16 mm
ft	6	Parafuso de aço carbono, cabeça quadrada, M16 x comprimento adequado
fv1	2	Suporte para isolador tipo pilar, 305 x 102 x 35 mm F-51
gg	4	Manilha-sapatilha
gmc	2	Laço pré-formado de topo, para cabo de alumínio CA/CAA, bitola adequada (pescoço do isolador = 60 mm)
gn	4	Alça pré-formada de distribuição, para cabo de alumínio CAA, bitola adequada
ie8	2	Pino de aço-carbono, comprimento de 38 mm, para isolador pilar de 24,2/36,2 kV, para suporte metálico
ph	2	Poste de concreto armado, seção "duplo T" de comprimento e carga nominal adequado

RELAÇÃO DE MATERIAIS ESPECÍFICOS – 15 kV

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
bk1	4	Isolador polimérico de ancoragem 15 kV
ib8	2	Isolador rígido tipo pilar, de porcelana, classe 15 kV, NBI 150kV

RELAÇÃO DE MATERIAIS ESPECÍFICOS – 36,2 kV

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
bk2	4	Isolador polimérico de ancoragem 36,2 kV
ib9	2	Isolador rígido tipo pilar, de porcelana, classe 36,2 kV, NBI 170kV

NOTA 1 A relação de materiais contempla somente a montagem das estruturas U4.

NOTA 2 Evitar o seccionamento dos condutores; porém, se necessário, devem ser utilizados conectores a compressão para as interligações.

NOTA 3 Obedecer aos afastamentos mínimos definidos na seção 2.



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.05.01/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

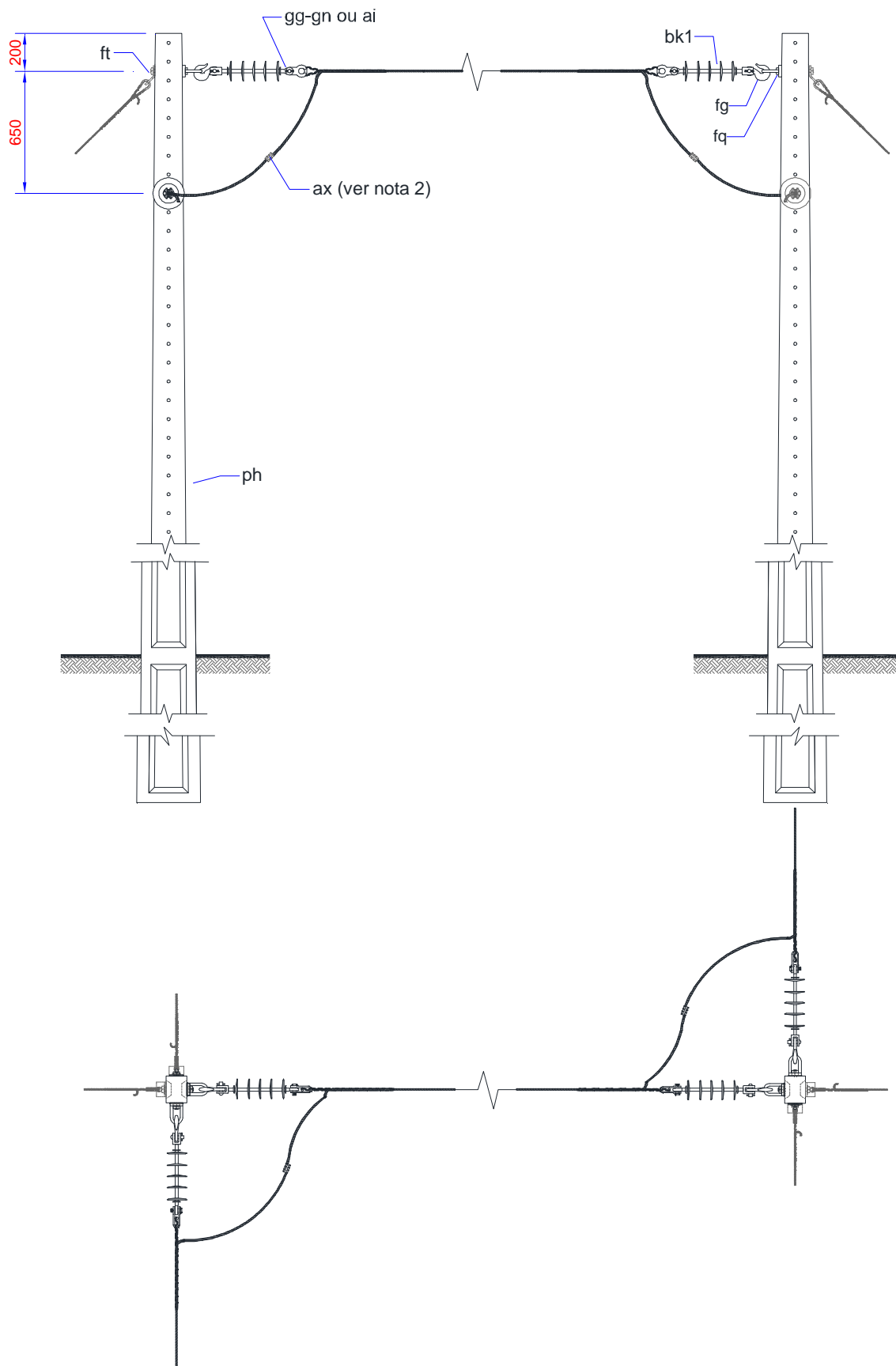
ND.44

Revisão 03

Travessia de rede Sobre vias públicas – estrutura U4

DESENHO Nº
ND.44.05.01/1

Folha 2/2



RELAÇÃO DE MATERIAIS

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
ax	2	Conector derivação, compressão, paralelo, formato "H", de alumínio, Ø condutores TR e DR adequados
fe	4	Arruela quadrada de 38 mm, com furo de diâmetro 18 mm
fg	4	Gancho-olhal
fq	4	Olhal para parafuso de diâmetro 16 mm
ft	4	Parafuso de aço carbono, cabeça quadrada, M16 x comprimento adequado
gg	4	Manilha-sapatilha
gn	4	Alça pré-formada de distribuição, para cabo de alumínio CAA, bitola adequada
ph	2	Poste de concreto armado, seção "duplo T" de comprimento e carga nominal adequado

RELAÇÃO DE MATERIAIS ESPECÍFICOS – 15 kV

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
bk1	4	Isolador polimérico de ancoragem 15 kV

RELAÇÃO DE MATERIAIS ESPECÍFICOS – 36,2 kV

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
bk2	4	Isolador polimérico de ancoragem 36,2 kV

NOTA 1 A relação de materiais contempla somente a montagem da estrutura U3-U3.

NOTA 2 Evitar o seccionamento dos condutores; porém, se necessário, devem ser utilizados conectores a compressão para as interligações.

NOTA 3 Obedecer aos afastamentos mínimos definidos na seção 2.



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.05.02/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

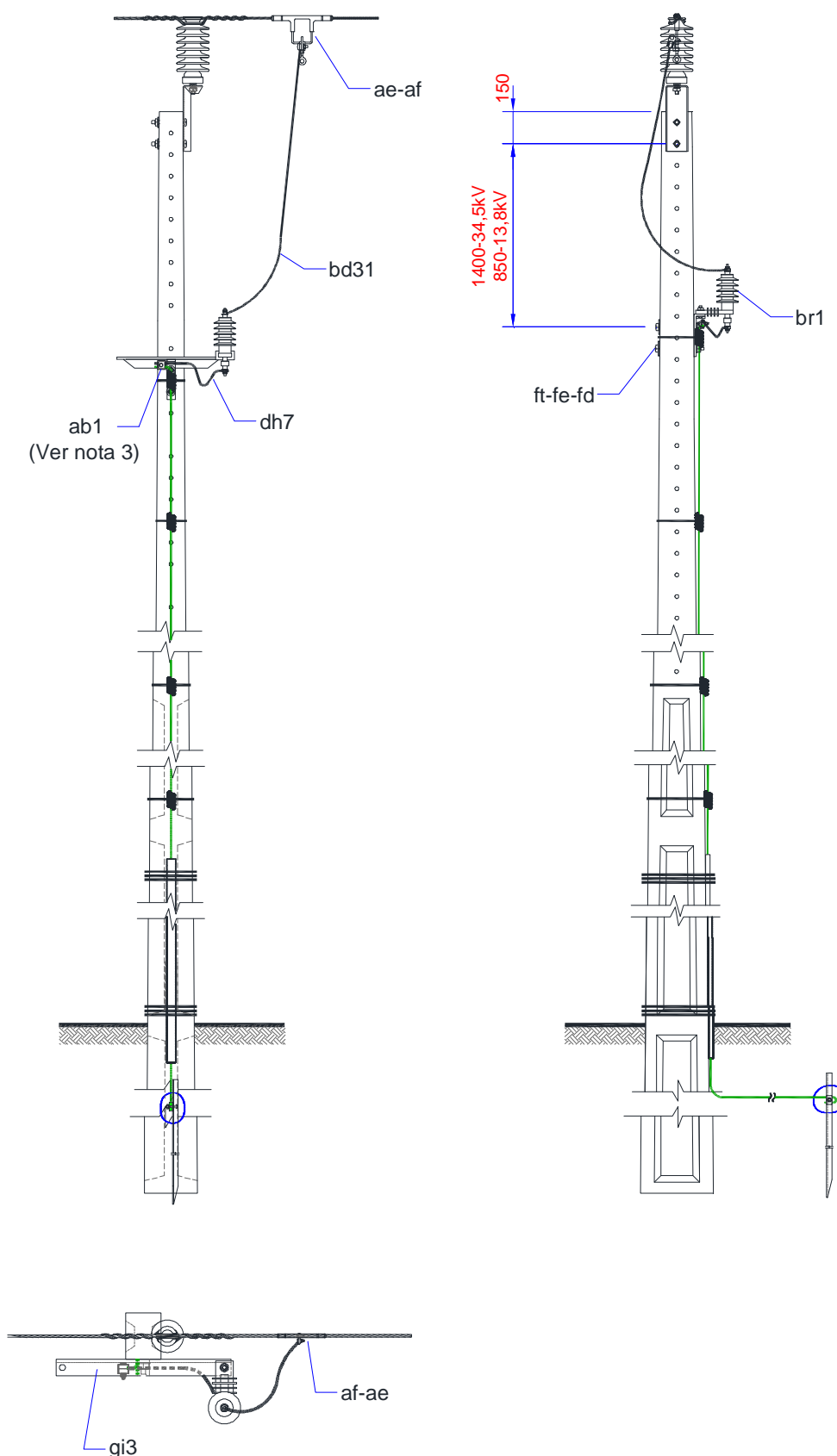
ND.44

Revisão 03

Travessia de rede Sobre vias públicas – estrutura U3-U3

**DESENHO Nº
ND.44.05.02/1**

Folha 2/2



RELAÇÃO DE MATERIAIS

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
ab1	1	Conector derivação (paralelo) de liga de alumínio, com 1 parafuso, para conexão bimetálica, diâm. TR 6,05 mm-10,50 mm DR 4,50 mm-10,50 mm
ae	1	Grampo de linha viva, para condutores de cobre, seções TR 25 a 120 mm ² e DR 16 mm ² a 70 mm ²
af	1	Conector derivação tipo estribo, a compressão, de alumínio, para cabos CA-CAA bitola adequada
bd31	1,5	Cabo de cobre coberto em XLPE, seção 16 mm ² , 15 kV, anti-tracking
dh7	0,5	Cabo de cobre, flexível, seção 10 mm ² , isolado em XLPE 0,6/1,0 kV, 90oC, sem cobertura, unipolar
fd	2	Arruela redonda de 40 mm, com furo de diâmetro 18 mm
fe	2	Arruela quadrada de 38 mm, com furo de diâmetro 18 mm
ft	2	Parafuso de aço carbono, cabeça quadrada, M16 x comprimento adequado
gi3	1	Suporte de para-raios e chaves-fusíveis para sistema monofásico

RELAÇÃO DE MATERIAIS ESPECÍFICOS – 15 kV

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
br1	1	Para-raios de distribuição, sem centelhadores série, para instalação externa, 12 kV, 10 kA (polimérico)

RELAÇÃO DE MATERIAIS ESPECÍFICOS – 36,2 kV

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
br2	1	Para-raios de distribuição, sem centelhadores série, para instalação externa, 30 kV, 10 kA (polimérico)

NOTA 1 Na relação de materiais constam somente os materiais para montagem do para-raios.

NOTA 2 O para-raio não deve ser instalado em estruturas com ângulos.

NOTA 3 No caso de aterramento com cabo de cobre ou fio de aço cobreado, as conexões entre materiais de cobre ou cobreado devem ser feitas com conectores paralelo de bronze estanhado (ab2) em substituição ao conector paralelo de liga de alumínio (ab1).

NOTA 4 Para conexões, consultar a Norma ND.05.



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.06.01/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

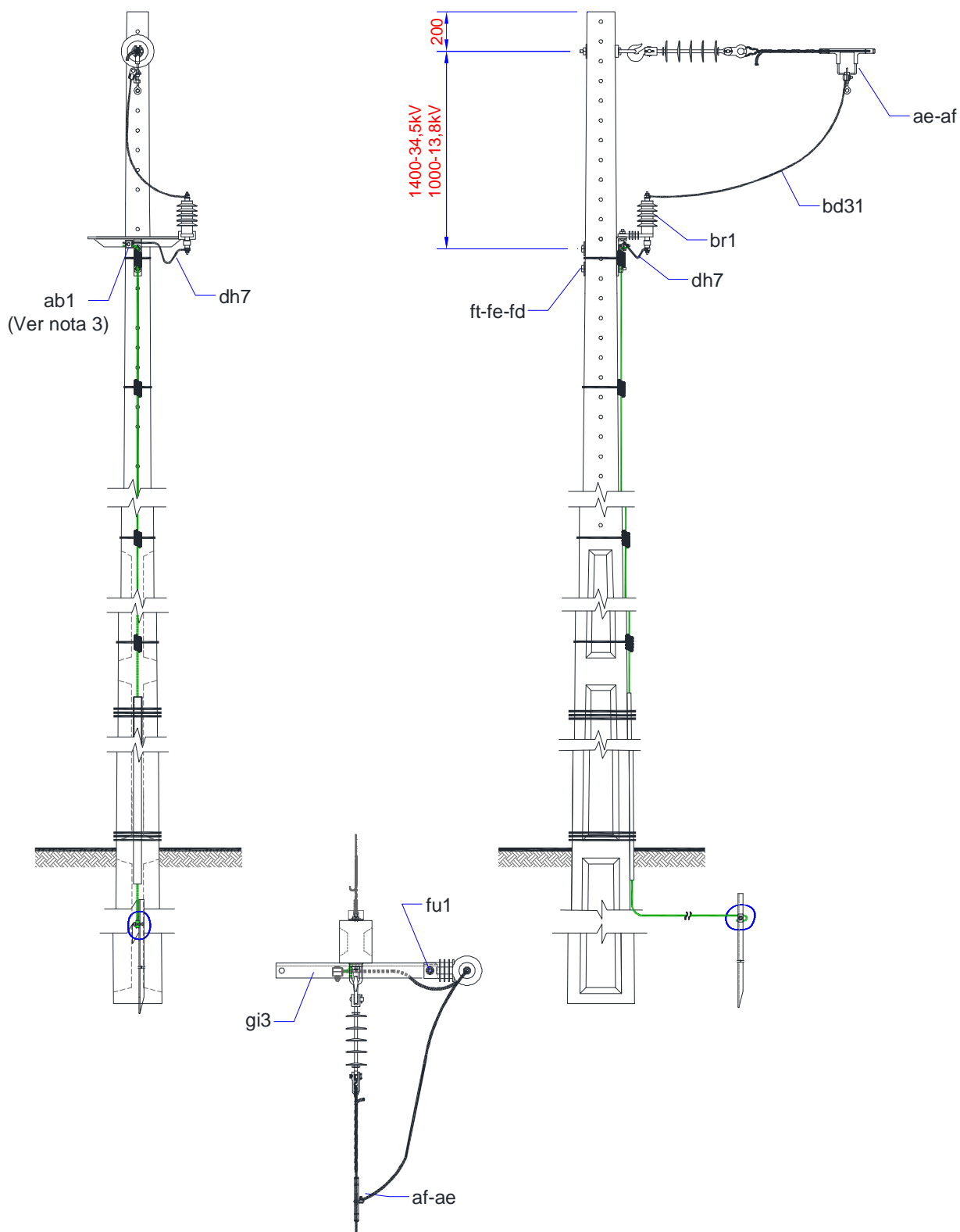
ND.44

Revisão 03

Proteção contra sobretensões Instalação de para-raios em estrutura U1

**DESENHO Nº
ND.44.06.01/1**

Folha 2/2



RELAÇÃO DE MATERIAIS

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
ab1	1	Conector derivação (paralelo) de liga de alumínio, com 1 parafuso, para conexão bimetálica, diâm. TR 6,05 mm-10,50 mm DR 4,50 mm-10,50 mm
ae	1	Grampo de linha viva, para condutores de cobre, seções TR 25 a 120 mm ² e DR 16 mm ² a 70 mm ²
af	1	Conector derivação tipo estribo, a compressão, de alumínio, para cabos CA-CAA bitola adequada
bd31	1,5	Cabo de cobre coberto em XLPE, seção 16 mm ² , 15 kV, anti-tracking
dh7	0,5	Cabo de cobre, flexível, seção 10 mm ² , isolado em XLPE 0,6/1,0 kV, 90oC, sem cobertura, unipolar
fd	2	Arruela redonda de 40 mm, com furo de diâmetro 18 mm
fe	2	Arruela quadrada de 38 mm, com furo de diâmetro 18 mm
ft	2	Parafuso de aço carbono, cabeça quadrada, M16 x comprimento adequado
gi3	1	Suporte de para-raios e chaves-fusíveis para sistema monofásico

RELAÇÃO DE MATERIAIS ESPECÍFICOS – 15 kV

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
br1	1	Para-raios de distribuição, sem centelhadores série, para instalação externa, 12 kV, 10 kA (polimérico)

RELAÇÃO DE MATERIAIS ESPECÍFICOS – 36,2 kV

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
br2	1	Para-raios de distribuição, sem centelhadores série, para instalação externa, 30 kV, 10 kA (polimérico)

NOTA 1 Na relação de materiais constam somente os materiais para montagem do para-raios.

NOTA 2 O para-raios não deve ser instalado em estruturas com ângulos.

NOTA 3 No caso de aterramento com cabo de cobre ou fio de aço cobreado, as conexões entre materiais de cobre ou cobreado devem ser feitas com conectores paralelo de bronze estanhado (ab2) em substituição ao conector paralelo de liga de alumínio (ab1).

NOTA 4 Para conexões, consultar a Norma ND.05.



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.06.02/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

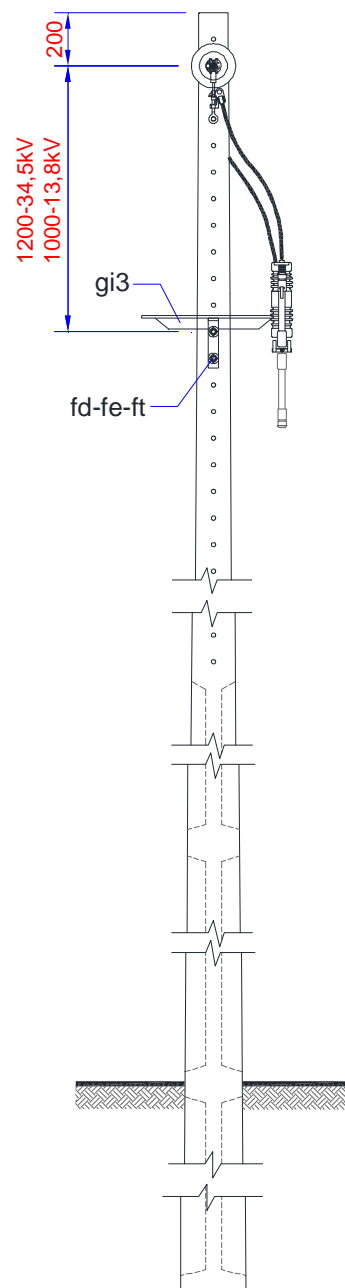
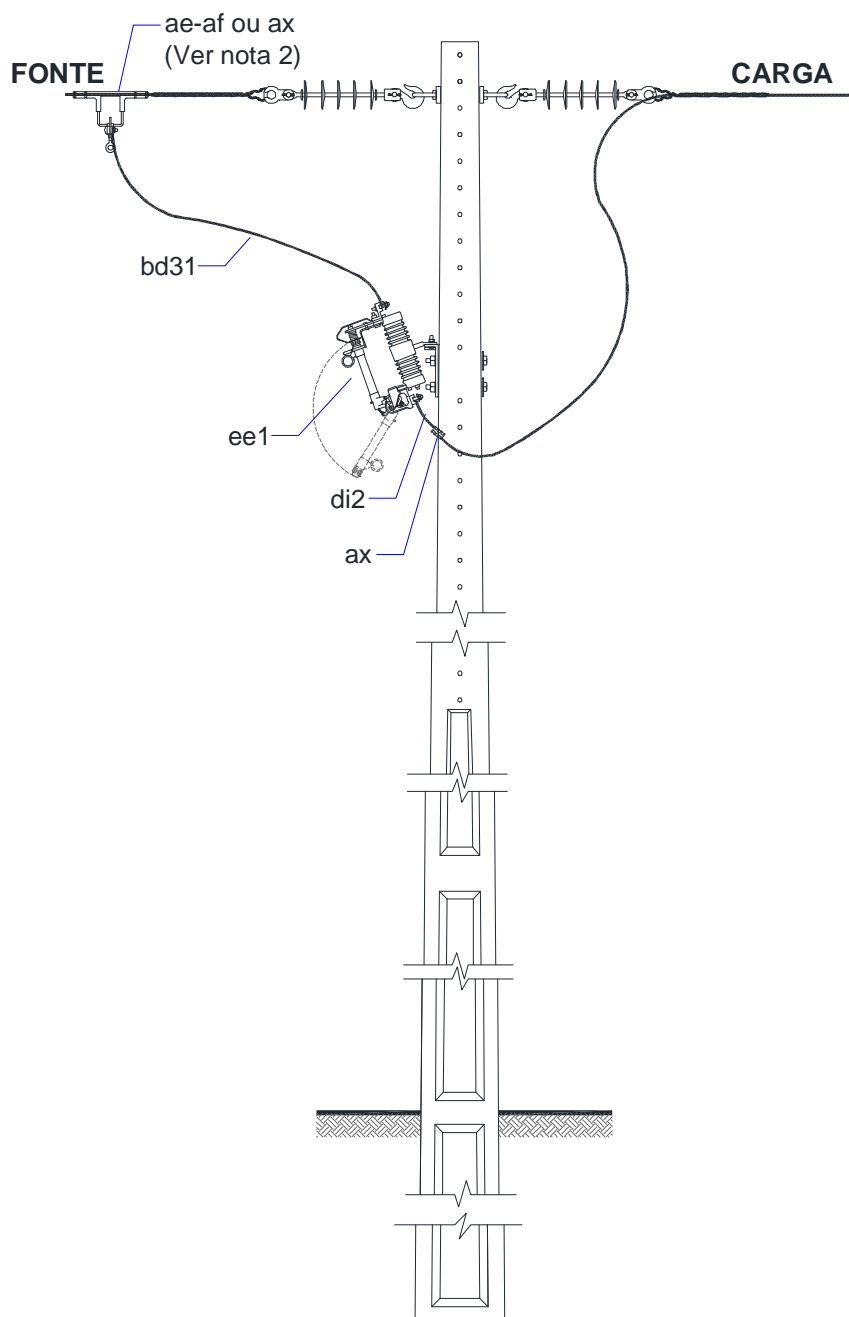
ND.44

Revisão 03

Proteção contra sobretensões Instalação de para-raios em estrutura U3

DESENHO Nº
ND.44.06.02/1

Folha 2/2



RELAÇÃO DE MATERIAIS

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
ae	1	Grampo de linha viva, para condutores de cobre, seções TR 25 a 120 mm ² e DR 16 mm ² a 70 mm ²
af	1	Conector derivação tipo estribo, a compressão, de alumínio, para cabos CA-CAA bitola adequada
ax	1	Conector derivação, compressão, paralelo, formato "H", de alumínio, Ø condutores TR e DR adequados
bd31	1,5	Cabo de cobre coberto em XLPE, seção 16 mm ² , 15 kV, anti-tracking
di2	0,25	Cabo de cobre, têmpera meio-dura, seção 25 mm ²
fd	2	Arruela redonda de 40 mm, com furo de diâmetro 18 mm
fe	2	Arruela quadrada de 38 mm, com furo de diâmetro 18 mm
ft	2	Parafuso de aço carbono, cabeça quadrada, M16 x comprimento adequado
gi3	1	Suporte de para-raios e chaves-fusíveis para sistema monofásico

RELAÇÃO DE MATERIAIS ESPECÍFICOS – 15 kV

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
ee1	1	Chave-fusível de distribuição, 15 kV - 300 A, NBI 95 kV - 10 000 A, base tipo "C"

RELAÇÃO DE MATERIAIS ESPECÍFICOS – 36,2 kV

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
ee5a	1	Chave-fusível de distribuição, 36,2 kV - 300 A, NBI 150 kV - 5 000 A, base tipo "C"

- NOTA 1** Na relação de materiais constam somente a montagem da estrutura de instalação da chave fusível.
- NOTA 2** A montagem é aplicável também para utilização de lâmina desligadora em substituição ao porta fusível.
- NOTA 3** Observar o sentido Fonte-Carga.
- NOTA 4** A chave fusível deve ser instalada no suporte T, formando ângulo que favoreça sua operação, sendo permitido até 30 graus em relação ao eixo longitudinal da rede e voltada para o centro da estrutura.
- NOTA 5** Para a ligação da chave fusível, consultar a seção 13.
- NOTA 6** Para os critérios de aplicação da chave fusível, consultar a Norma ND.78.
- NOTA 7** Para as amarrações, consultar desenhos ND.44.12.01/1 a ND.44.12.03/1.
- NOTA 8** Para as conexões, consultar a Norma ND.05.



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.07.01/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

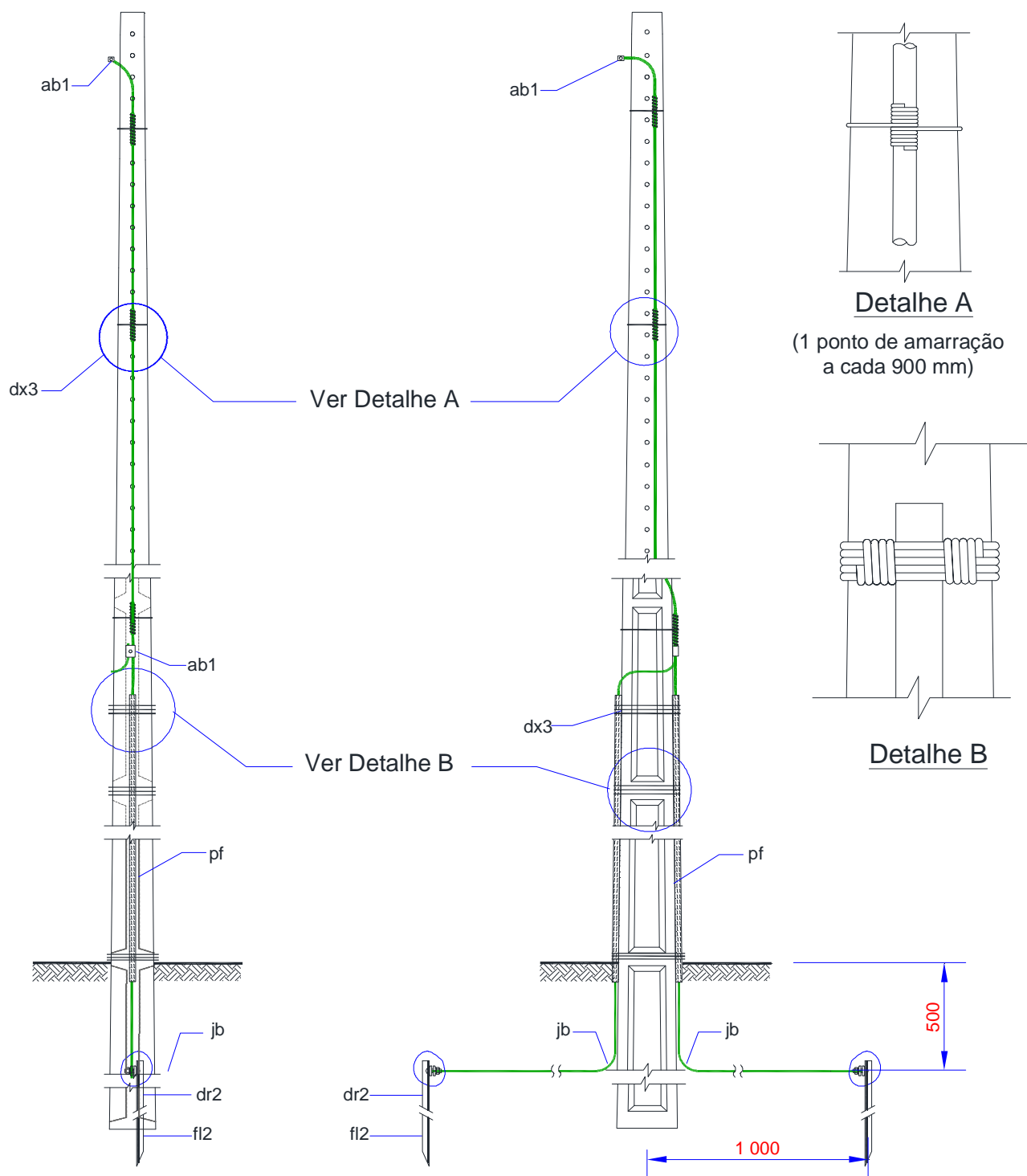
ND.44

Revisão 03

**Proteção e manobra
Chave fusível com porta fusível ou lâmina
desligadora – Estrutura U4**

**DESENHO Nº
ND.44.07.01/1**

Folha 2/2



RELAÇÃO DE MATERIAIS

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
ab1	2	Conector derivação (paralelo) de liga de alumínio, com 1 parafuso, para conexão bimetálica, diâm. TR 6,05 mm-10,50 mm DR 4,50 mm-10,50 mm
dr2	adeq.	Massa calafetadora
dx3	adeq.	Arame de aço zincado, diâmetro 2,1 mm (14 BWG) - para amarração
fl2	adeq.	Haste de aterramento de aço galvanizado, cantoneira, de comprimento 2 400 mm
jb	adeq.	Fio de aço galvanizado para aterramento 4 BWG
pf	2	Moldura de proteção para fio de aterramento

NOTA 1 Na Relação de Materiais constam somente os materiais para à descida do condutor para aterramento até a primeira haste de aterramento.

NOTA 2 A cada haste adicional, acrescentar os materiais necessários.

NOTA 3 Neste tipo de aterramento, o condutor para aterramento desce externamente no poste e deve ser executado nos casos normais de construção de redes, onde são utilizados cabos de alumínio ou condutor de aço zincado.

NOTA 4 Em substituição ao item dx3 poderá ser utilizada fita de aço inoxidável 19,05 x 0,5 mm (3/4"), ajustador e fecho para fita.

NOTA 5 A moldura de proteção do fio de aterramento deverá ser amarrada em no mínimo 3 pontos.



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.08.01/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

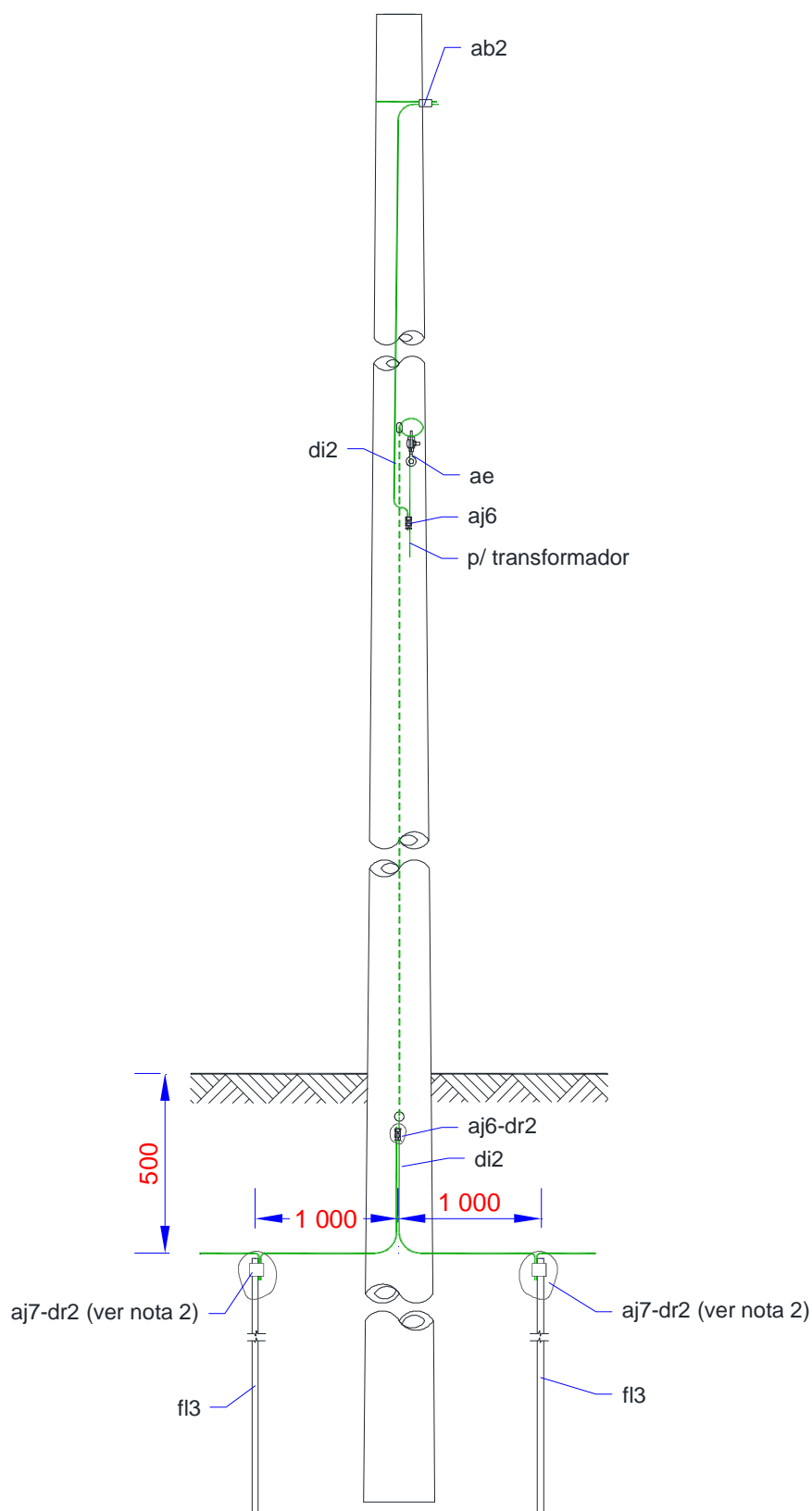
ND.44

Revisão 03

Aterramento Condutor para aterramento externo ao poste

**DESENHO Nº
ND.44.08.01/1**

Folha 2/2



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.08.01/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

ND.44

Revisão 03

**Aterramento
Condutor para aterramento interno ao poste**

**DESENHO Nº
ND.44.08.02/1**

Folha 1/2

RELAÇÃO DE MATERIAIS

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
ab2	1	Conector derivação (paralelo) de bronze estanhado, com 1 parafuso para condutores de cobre, diâm. TR e DR 4,50 mm-10,70 mm
aj6	1	Conector de derivação, a compressão, paralelo, formato "C", de cobre, para condutor de seção adequada
aj7	2	Conector de derivação, a compressão, paralelo, formato "C", de cobre, TR 1/0-2/0 AWG, 50-70 mm ² , DR 8-2 AWG, 10-35 mm ²
di2	adeq.	Cabo de cobre, têmpera meio-dura, seção 25 mm ²
dr2	adeq.	Massa calafetadora
dx3	adeq.	Arame de aço zincado, diâmetro 2,1 mm (14 BWG) - para amarração
fl3	adeq.	Haste de aterramento de aço cobreado, seção circular, de comprimento 2 400 mm

NOTA 1 Na Relação de Materiais constam somente os materiais para à descida do condutor para aterramento até a primeira haste de aterramento.

NOTA 2 A cada haste adicional, acrescentar os materiais necessários.



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.08.01/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

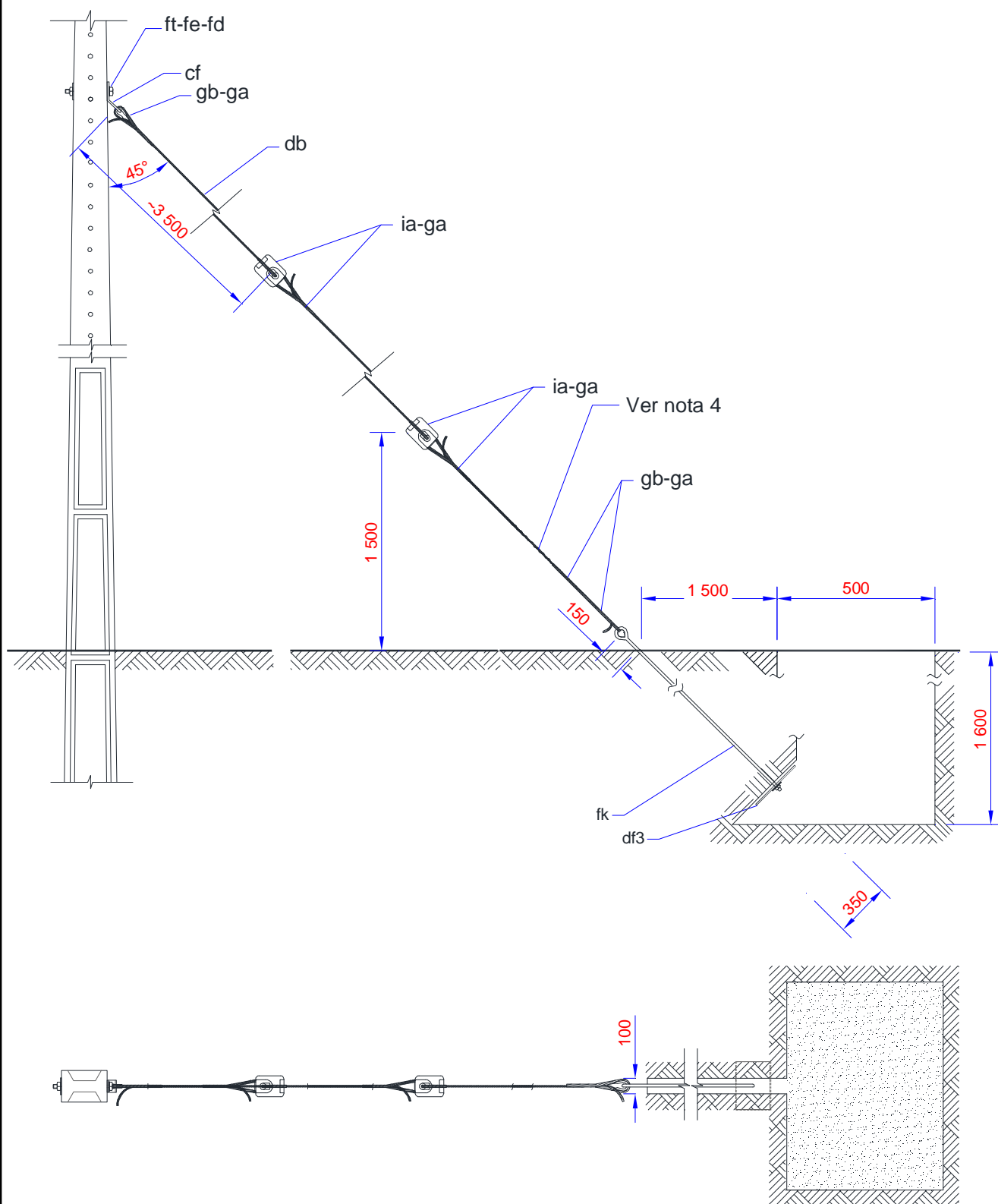
ND.44

Revisão 03

Aterramento Condutor para aterramento interno ao poste

**DESENHO Nº
ND.44.08.02/1**

Folha 2/2



RELAÇÃO DE MATERIAIS

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
cf	1	Chapa de estai para cordoalha de aço
db	3,8 kg	Cordoalha de aço zincado, diâmetro adequado, 7 fios, categoria EMR, classe B, para estaiamento
df3	1	Chapa de aço carbono de 4,5 x 305 x 305 mm para estai ancora
fd	1	Arruela redonda de 40 mm, com furo de diâmetro 18 mm
fe	1	Arruela quadrada de 38 mm, com furo de diâmetro 18 mm
fk	1	Haste de âncora
ft	1	Parafuso de aço carbono, cabeça quadrada, M16 x comprimento adequado
ga	6	Alça pré-formada para estai, para cordoalha de aço de diâmetro adequado
gb	2	Sapatilha para alça pré-formada ou cordoalha de aço
ia	2	Isolador castanha de 90 mm

NOTA 1 A Relação de Materiais contém os itens necessários à execução de somente 1 (um) estaiamento.

NOTA 2 Em postes de concreto circular ou de fibra de vidro, a chapa de estai e a sapatilha para alça pré-formada ou cordoalha de aço podem ser substituídas pelo fixador pré-formado de estai.

NOTA 3 Se necessário, a cordoalha de aço deve ser envolvida com arame farpado de aço a partir da haste de âncora, num comprimento de 2,5 metros.

NOTA 4 Em qualquer tipo de terreno, o ângulo de 45° deve ser mantido.

NOTA 5 As cordoalhas de aço zincado e a alças pré-formadas para estai devem ser dimensionadas de acordo como o esforço a que serão submetidas.

NOTA 6 Detalhes da fixação em poste de concreto circular ou fibra de vidro, consultar o desenho ND.44.13.05/01.

NOTA 7 Em substituição a chapa de aço (df3) pode ser utilizado a placa de concreto (df1).



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.09.02/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

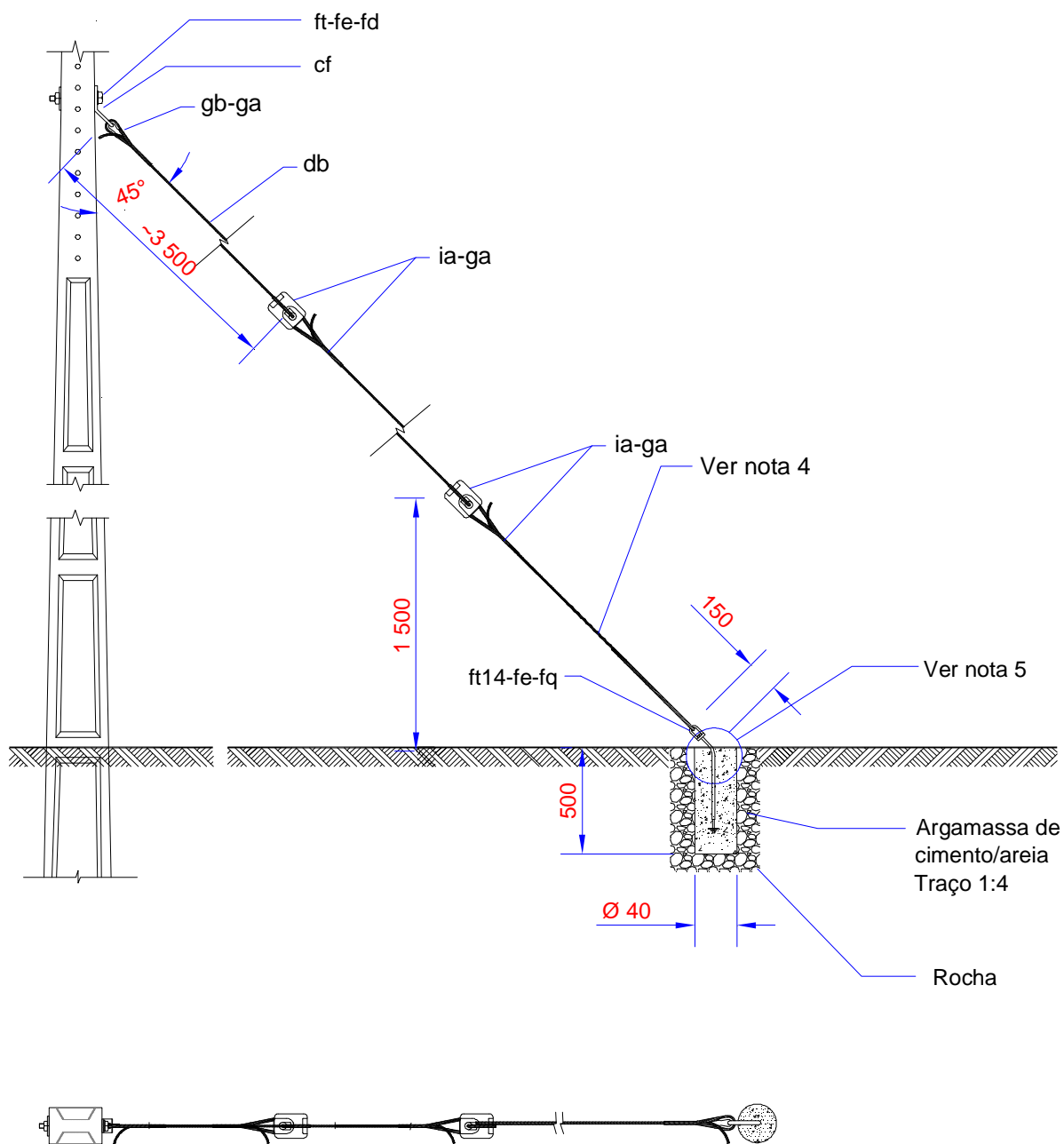
ND.44

Revisão 03

Estaiamento Âncora de concreto

**DESENHO Nº
ND.44.09.01/1**

Folha 2/2



RELAÇÃO DE MATERIAIS

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
cf	1	Chapa de estai para cordoalha de aço
db	3,8 kg	Cordoalha de aço zincado, diâmetro adequado, 7 fios, categoria EMR, classe B, para estaiamento
fd	1	Arruela redonda de 40 mm, com furo de diâmetro 18 mm
fe	2	Arruela quadrada de 38 mm, com furo de diâmetro 18 mm
fq	1	Olhal para parafuso de diâmetro 16 mm
ft	1	Parafuso de aço carbono, cabeça quadrada, M16 x comprimento adequado
ft14	1	Parafuso de aço carbono, cabeça quadrada, M16 x 700 mm
ga	6	Alça pré-formada para estai, para cordoalha de aço de diâmetro adequado
gb	2	Sapatilha para alça pré-formada ou cordoalha de aço
ia	2	Isolador castanha de 90 mm

NOTA 1 A Relação de Materiais contém os itens necessários à execução de somente 1 (um) estaiamento.

NOTA 2 Em postes de concreto circular ou de madeira, a chapa de estai e a sapatilha para alça pré-formada ou cordoalha de aço podem ser substituídas pelo fixador pré-formado de estai.

NOTA 3 Se necessário, a cordoalha de aço deve ser envolvida com arame farpado de aço a partir da haste de âncora, num comprimento de 2,5 metros.

NOTA 4 A parte dobrada da haste deve ser engastada na argamassa a uma profundidade mínima de 10 cm.

NOTA 5 A âncora deve ser chumbada, no mínimo, 48 horas antes da instalação do estai.

NOTA 6 Em qualquer tipo de terreno, o ângulo de 45° deve ser mantido.

NOTA 7 A cordoalha de aço zincado e a alça pré-formada para estai devem ser dimensionadas de acordo como o esforço a que serão submetidos.

NOTA 8 Detalhes da fixação em poste de concreto circular ou madeira, consultar o desenho ND.44.13.05/01.



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.09.03/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

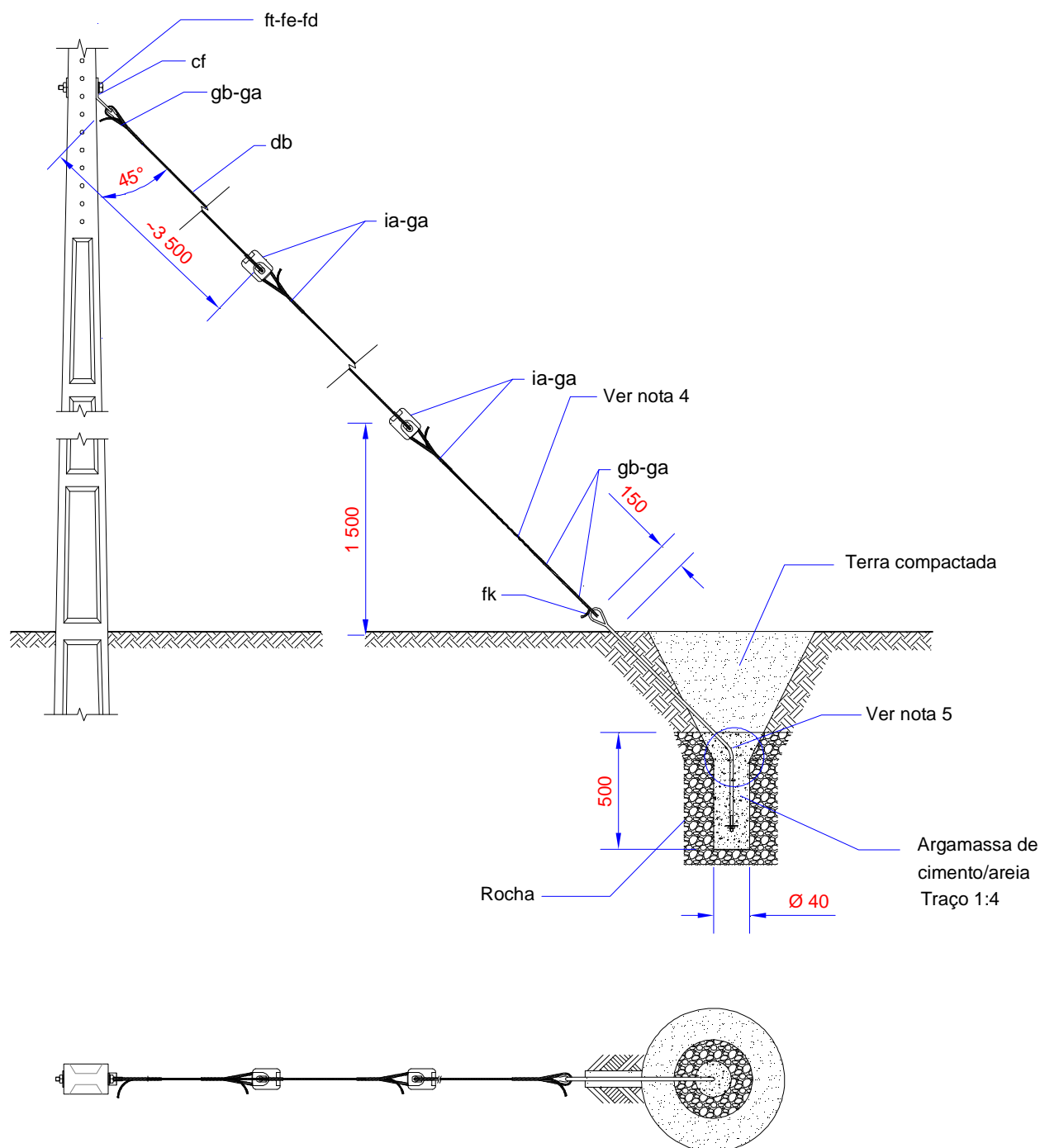
ND.44

Revisão 03

Estaiamento Âncora em rocha na superfície

**DESENHO Nº
ND.44.09.02/1**

Folha 2/2



RELAÇÃO DE MATERIAIS

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
cf	1	Chapa de estai para cordoalha de aço
db	3,8 kg	Cordoalha de aço zincado, diâmetro adequado, 7 fios, categoria EMR, classe B, para estaiamento
fd	1	Arruela redonda de 40 mm, com furo de diâmetro 18 mm
fe	1	Arruela quadrada de 38 mm, com furo de diâmetro 18 mm
fk	1	Haste de âncora
ft	1	Parafuso de aço carbono, cabeça quadrada, M16 x comprimento adequado
ga	6	Alça pré-formada para estai, para cordoalha de aço de diâmetro adequado
gb	2	Sapatilha para alça pré-formada ou cordoalha de aço
ia	2	Isolador castanha de 90 mm

NOTA 1 A Relação de Materiais contém os itens necessários à execução de somente 1 (um) estaiamento.

NOTA 2 Em postes de concreto circular ou de madeira, a chapa de estai e a sapatilha para alça pré-formada ou cordoalha de aço podem ser substituídas pelo fixador pré-formado de estai.

NOTA 3 Se necessário, a cordoalha de aço deve ser envolvida com arame farpado de aço a partir da haste de âncora, num comprimento de 2,5 metros.

NOTA 4 A parte dobrada da haste deve ser engastada na argamassa a uma profundidade mínima de 10 cm.

NOTA 5 A âncora deve ser chumbada, no mínimo, 48 horas antes da instalação do estai.

NOTA 6 Em qualquer tipo de terreno, o ângulo de 45° deve ser mantido.

NOTA 7 A cordoalha de aço zincado e a alça pré-formada para estai devem ser dimensionadas de acordo como o esforço a que serão submetidos.

NOTA 8 Detalhes da fixação em poste de concreto circular ou madeira, consultar o desenho ND.44.13.05/01.



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.09.04/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

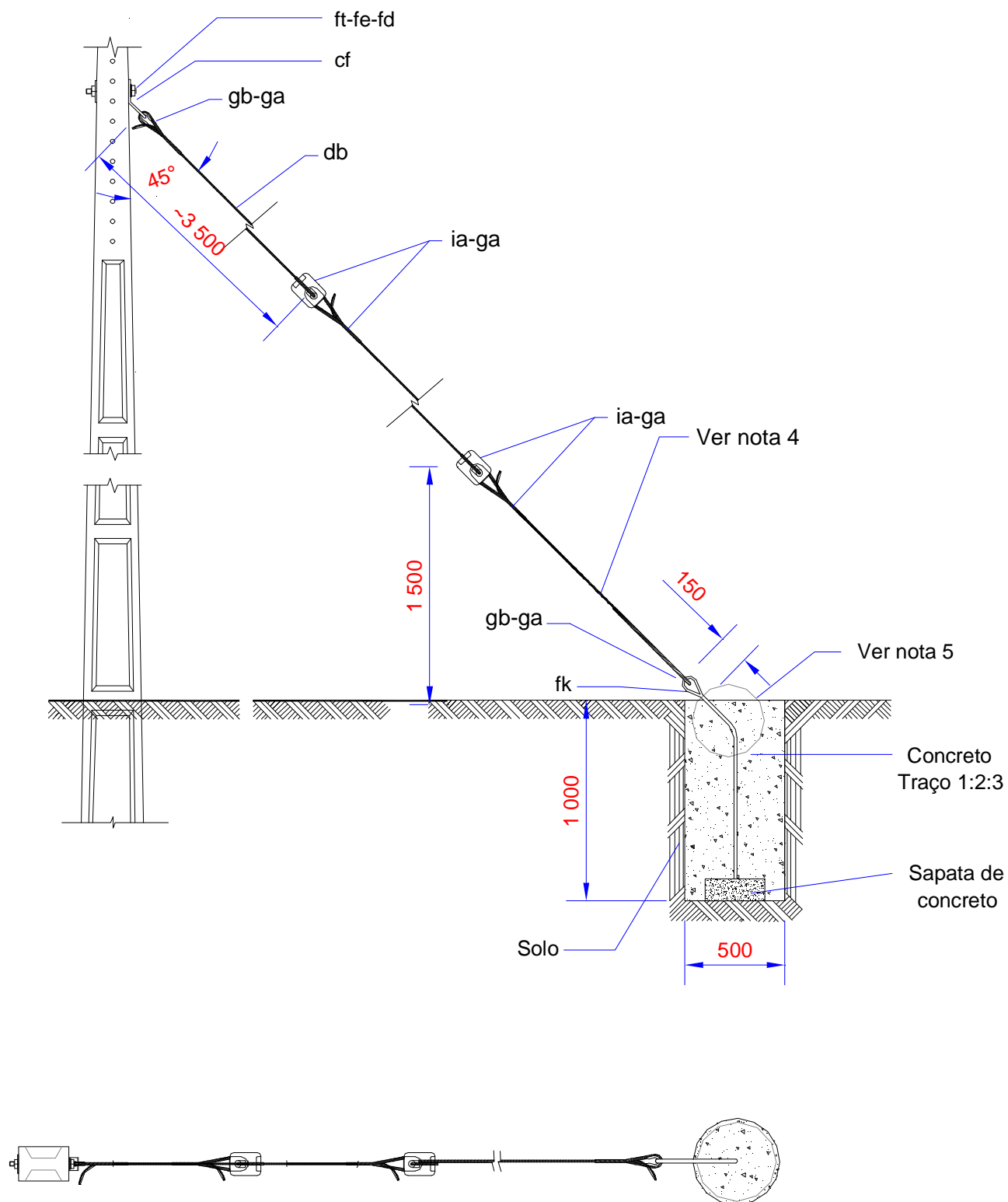
ND.44

Revisão 03

Estaiamento Âncora em rocha no subsolo

**DESENHO Nº
ND.44.09.03/1**

Folha 2/2



RELAÇÃO DE MATERIAIS

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
cf	1	Chapa de estai para cordoalha de aço
db	3,8 kg	Cordoalha de aço zincado, diâmetro adequado, 7 fios, categoria EMR, classe B, para estaiamento
fd	1	Arruela redonda de 40 mm, com furo de diâmetro 18 mm
fe	1	Arruela quadrada de 38 mm, com furo de diâmetro 18 mm
fk	1	Haste de âncora
ft	1	Parafuso de aço carbono, cabeça quadrada, M16 x comprimento adequado
ga	6	Alça pré-formada para estai, para cordoalha de aço de diâmetro adequado
gb	2	Sapatilha para alça pré-formada ou cordoalha de aço
ia	2	Isolador castanha de 90 mm

NOTA 1 A Relação de Materiais contém os itens necessários à execução de somente 1 (um) estaiamento.

NOTA 2 Em postes de concreto circular ou de madeira, a chapa de estai e a sapatilha para alça pré-formada ou cordoalha de aço podem ser substituídas pelo fixador pré-formado de estai.

NOTA 3 Se necessário, a cordoalha de aço deve ser envolvida com arame farpado de aço a partir da haste de âncora, num comprimento de 2,5 metros.

NOTA 4 A parte dobrada da haste deve ser engastada na argamassa a uma profundidade mínima de 10 cm.

NOTA 5 A âncora deve ser chumbada, no mínimo, 48 horas antes da instalação do estai.

NOTA 6 Em qualquer tipo de terreno, o ângulo de 45° deve ser mantido.

NOTA 7 A cordoalha de aço zincado e a alça pré-formada para estai devem ser dimensionadas de acordo como o esforço a que serão submetidos.

NOTA 8 Detalhes da fixação em poste de concreto circular ou madeira, consultar o desenho ND.44.13.05/01.



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.09.05/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

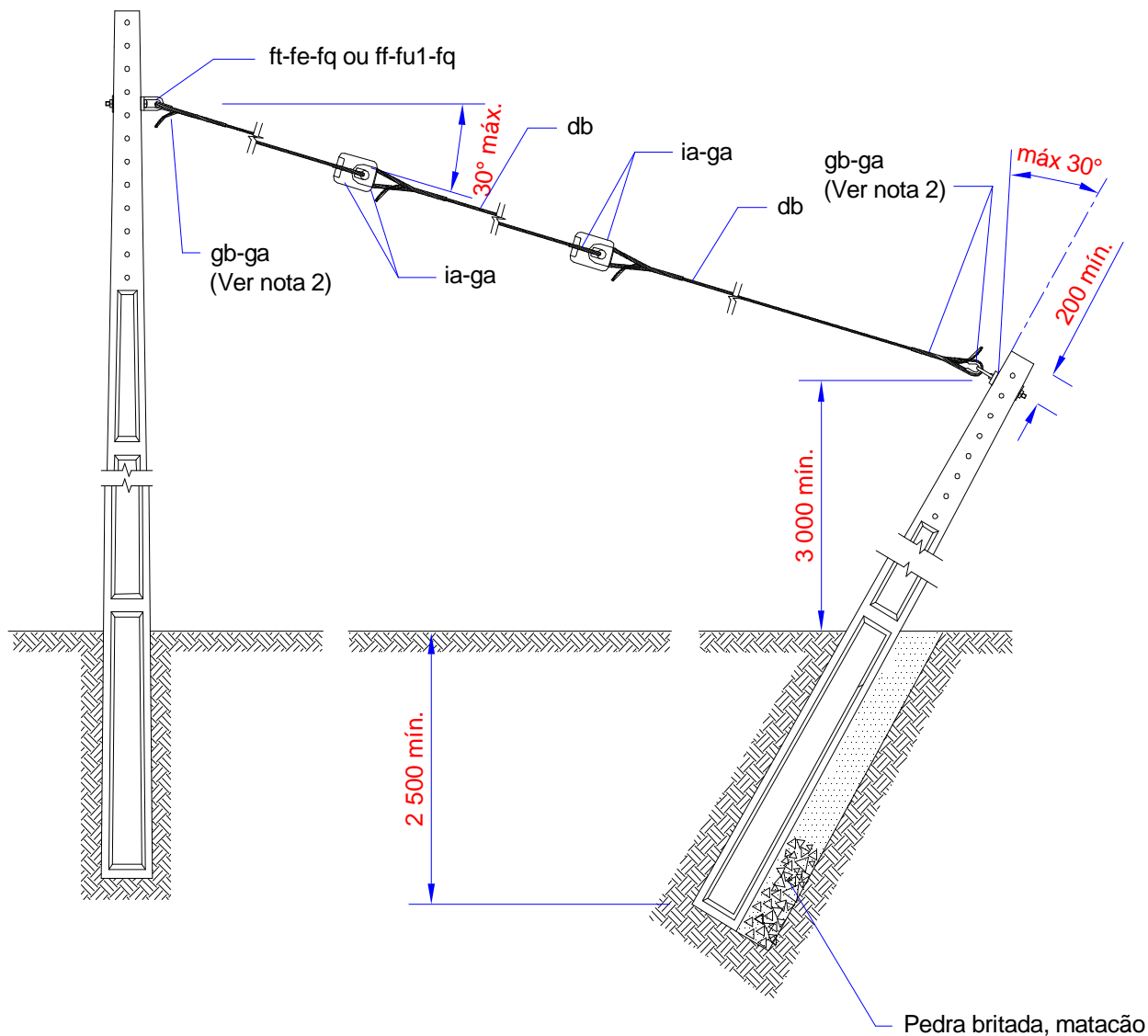
ND.44

Revisão 03

Estaiamento Âncora em pântano

DESENHO Nº
ND.44.09.04/1

Folha 2/2



RELAÇÃO DE MATERIAIS

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
db	adeq.	Cordoalha de aço zincado, diâmetro adequado, 7 fios, categoria EMR, classe B, para estaiamento
fe	2	Arruela quadrada de 38 mm, com furo de diâmetro 18 mm
fq	2	Olhal para parafuso de diâmetro 16 mm
ft	2	Parafuso de aço carbono, cabeça quadrada, M16 x comprimento adequado
ga	6	Alça pré-formada para estai, para cordoalha de aço de diâmetro adequado
gb	2	Sapatilha para alça pré-formada ou cordoalha de aço
ia	2	Isolador castanha de 90 mm

NOTA 1 A Relação de Materiais contém os itens necessários à execução de somente 1 (um) estaiamento.

NOTA 2 Em postes de concreto circular ou de madeira, a chapa de estai e a sapatilha para alça pré-formada ou cordoalha de aço podem ser substituídas pelo fixador pré-formado de estai.

NOTA 3 A cordoalha de aço zincado e a alça pré-formada para estai devem ser dimensionadas de acordo como o esforço a que serão submetidos.

NOTA 4 O poste que exerce a função de contraposte deve ser adequadamente dimensionado e se necessário, reforçado. Quando este tiver a função exclusiva de contraposte, ou seja, sem rede elétrica, não é obrigatório que seja um poste inteiro, desde que esteja em condições de uso para tal finalidade.



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.09.06/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

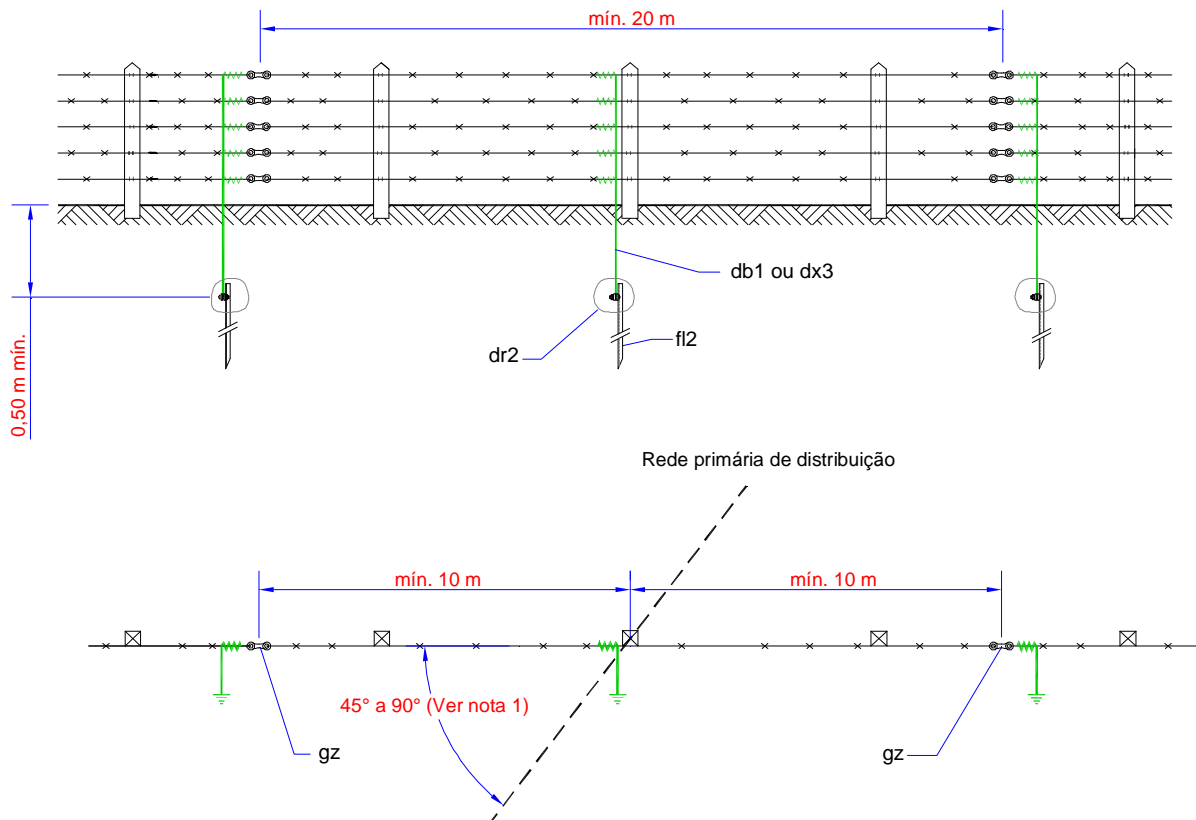
ND.44

Revisão 03

**Estaiamento
Poste a contraposte**

**DESENHO Nº
ND.44.09.05/1**

Folha 2/2



RELAÇÃO DE MATERIAIS

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
db1	adeq.	Cordoalha de aço zincado, diâmetro adequado, 7 fios, categoria EMR, classe B, para estaiamento
dr2	adeq.	Massa calafetadora
fl2	3	Haste de aterramento de aço galvanizado, cantoneira, de comprimento 2 400 mm
gz	adeq.	Seccionador pré-formado, para cerca de arame tipo adequado

NOTA 1 Para ângulos menores do que 45°, os seccionamentos da cerca devem ser feitos, de tal forma a se obter a distância de 30 metros, em relação à perpendicular do eixo da rede.

NOTA 2 Os fios de arame da cerca devem ser interrompidos por meio de seccionadores préformados para cerca. O procedimento é análogo para cerca tipo "Paraguaia".

NOTA 3 Para cerca tipo "Paraguaia", utilizar seccionador pré-formado para cerca, adequado.

NOTA 4 A Relação de Materiais é relativa à execução do seccionamento de um trecho onde ocorre o cruzamento da rede primária de distribuição, conforme ilustrado acima.

NOTA 5 Para detalhes dos seccionamentos e aterramentos de cercas, consultar o desenho ND.44.13.04/1.



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.10.01/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

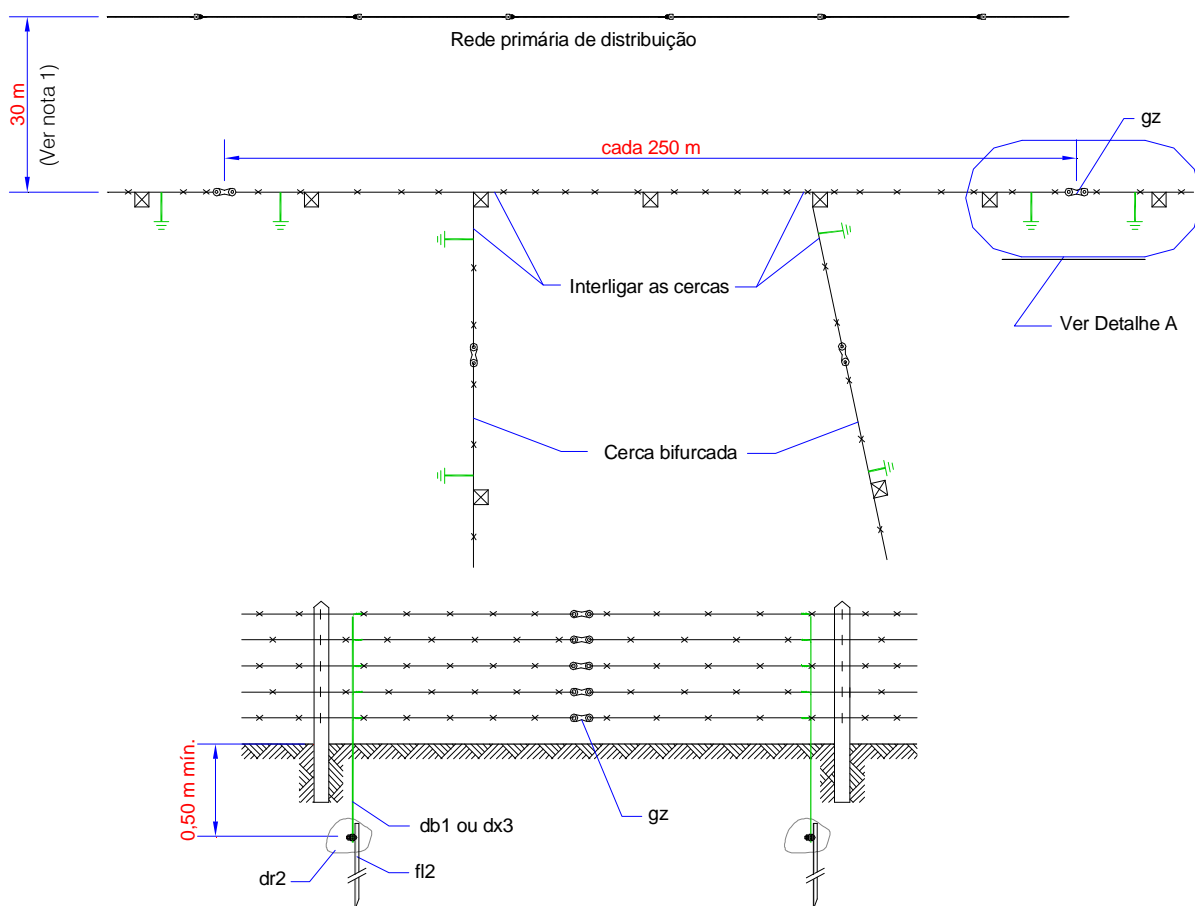
ND.44

Revisão 03

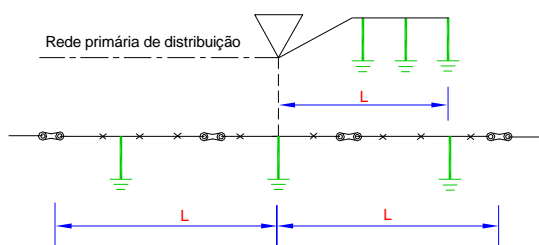
Seccionamento e aterramento de cerca Cerca transversal a rede

**DESENHO Nº
ND.44.10.01/1**

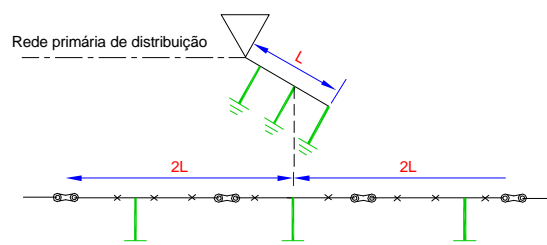
Folha 1/1



Detalhe A



Detalhe B



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.10.02/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

ND.44

Revisão

03

**Seccionamento e aterramento de cerca
Cerca paralela e/ou transversal**

**DESENHO Nº
ND.44.10.02/1**

Folha 1/2

RELAÇÃO DE MATERIAIS

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
db1	adeq.	Cordoalha de aço zincado, diâmetro adequado, 7 fios, categoria EMR, classe B, para estaiamento
dr2	adeq.	Massa calafetadora
fl2	2	Haste de aterramento de aço galvanizado, cantoneira, de comprimento 2 400 mm
gz	adeq.	Seccionador pré-formado, para cerca de arame tipo adequado

NOTA 1 Este critério é válido sempre que a cerca estiver a menos de 30 metros de distância em relação ao eixo da rede. Para distâncias maiores, não há a necessidade de seccionamento e aterramento de cerca.

NOTA 2 Para cerca tipo "Paraguaia", utilizar seccionador pré-formado para cerca, adequado.

NOTA 3 A Relação de Materiais é relativa à execução do seccionamento de um trecho onde ocorre o cruzamento da rede primária de distribuição, conforme ilustrado acima.

NOTA 4 Para detalhamentos dos seccionamentos e aterramentos de cercas, consultar o desenho ND.44.13.04/1.



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.10.02/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

ND.44

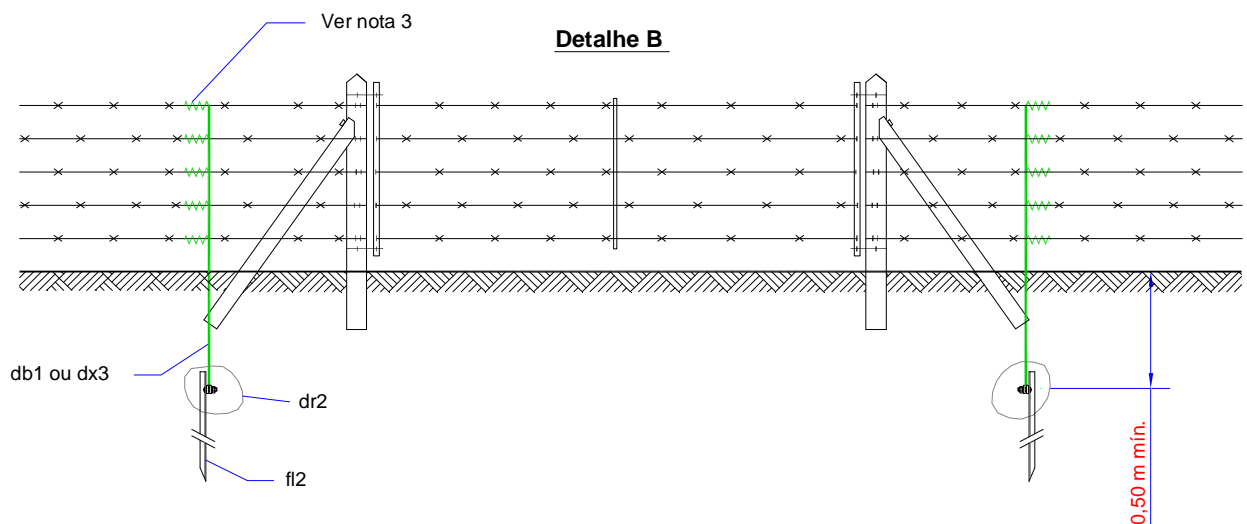
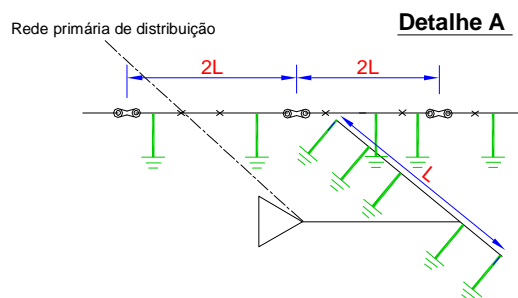
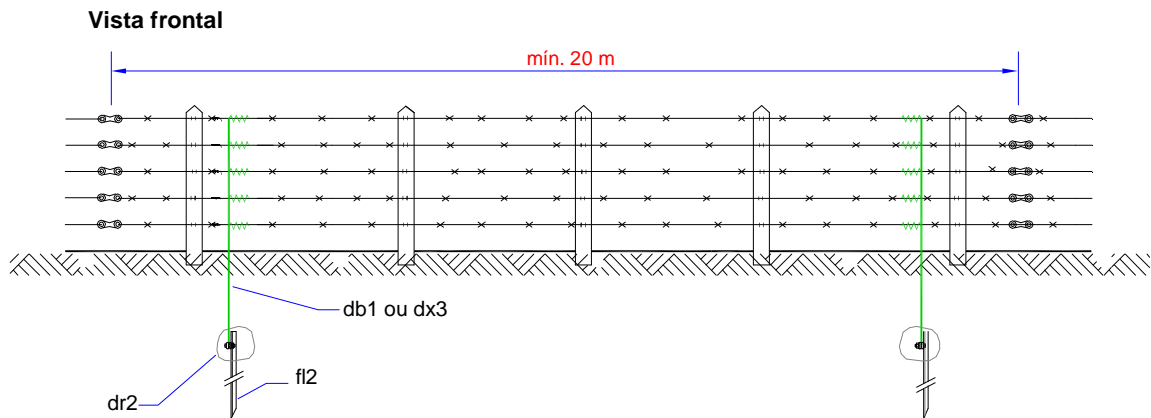
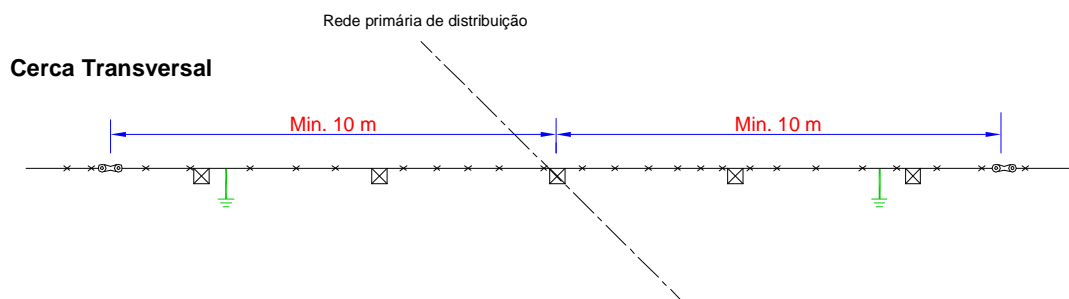
Revisão

03

Seccionamento e aterramento de cerca Cerca paralela e/ou transversal

DESENHO Nº
ND.44.10.02/1

Folha 2/2



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.10.03/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

ND.44

Revisão

03

**Seccionamento e aterramento de cerca
Porteira de arame**

**DESENHO Nº
ND.44.10.03/1**

Folha 1/2

RELAÇÃO DE MATERIAIS

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
db1	adeq.	Cordoalha de aço zincado, diâmetro adequado, 7 fios, categoria EMR, classe B, para estaiamento
dr2	adeq.	Massa calafetadora
fl2	2	Haste de aterramento de aço galvanizado, cantoneira, de comprimento 2 400 mm

NOTA 1 Os aterramentos e seccionamentos devem ser feitos sempre que a cerca, no trecho da porteira, esteja transversal à rede de distribuição ou paralela a menos de 30 metros do eixo da rede.



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.10.03/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

ND.44

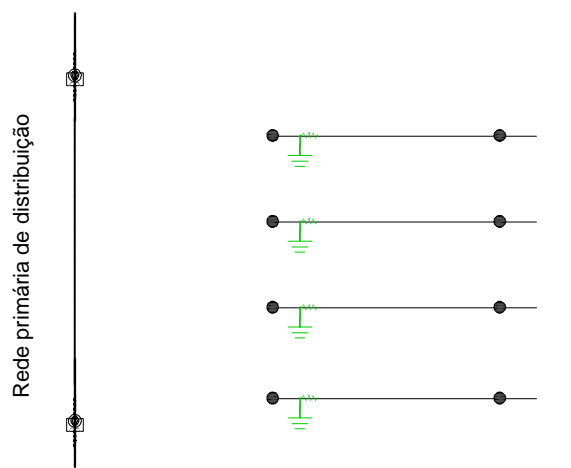
Revisão

03

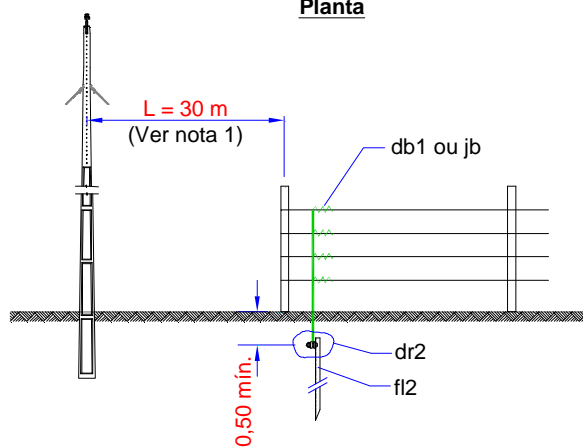
**Seccionamento e aterramento de cerca
Porteira de arame**

**DESENHO Nº
ND.44.10.03/1**

Folha 2/2

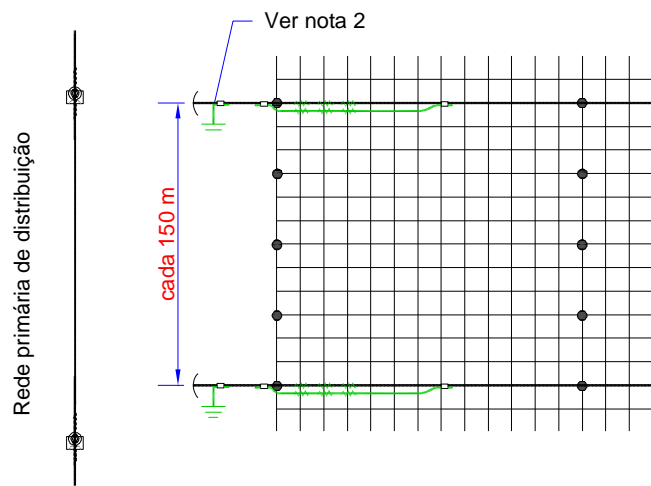


Planta

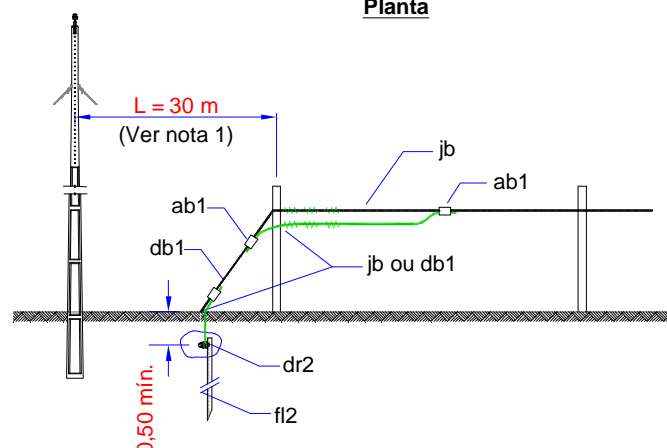


Elevação

Aterramentos em suporte de sustentação



Planta



Elevação

Aterramentos em malha de sustentação



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.10.04/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

ND.44

Revisão

03

**Seccionamento e aterramento de cerca
Malhas e suportes de sustentação de
culturas vegetais**

**DESENHO Nº
ND.44.10.04/1**

Folha 1/2

RELAÇÃO DE MATERIAIS

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
ab1	adeq.	Conector derivação (paralelo) de liga de alumínio, com 1 parafuso, para conexão bimetálica, diâm. TR 6,05-10,50 mm DR 4,50-10,50 mm
db1	adeq.	Cordoalha de aço zincado, diâmetro adequado, 7 fios, categoria EMR, classe B, para estaiamento
dr2	adeq.	Massa calafetadora
fl2	adeq.	Haste de aterramento de aço galvanizado, cantoneira, de comprimento 2 400 mm
jb	adeq.	Fio de aço galvanizado para aterramento 4 BWG

NOTA 1 Os aterramentos devem ser feitos em todos os suportes de sustentação de culturas e no caso das malhas de sustentação de culturas a cada 150 m, por toda a extensão em que a distância seja inferior a 30 m em relação ao eixo da rede de distribuição de energia elétrica. Sempre que possível deve ser evitada a ocorrência de cruzamento ou proximidade, sendo que quando a distância for superior a 30 m, não há necessidade dos aterramentos.

NOTA 2 As quantidades de materiais relacionados devem ser adequadas para cada caso.

NOTA 3 Quando os suportes ou malhas de sustentação de culturas forem estaiados, os aterramentos devem ser feitos a partir dos estais. Na ausência dos estais, os aterramentos devem ser feitos a partir dos arames dos suportes ou malhas de sustentação de culturas.

NOTA 4 Detalhamentos conforme desenho ND.44.13.04/1.



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.10.04/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

ND.44

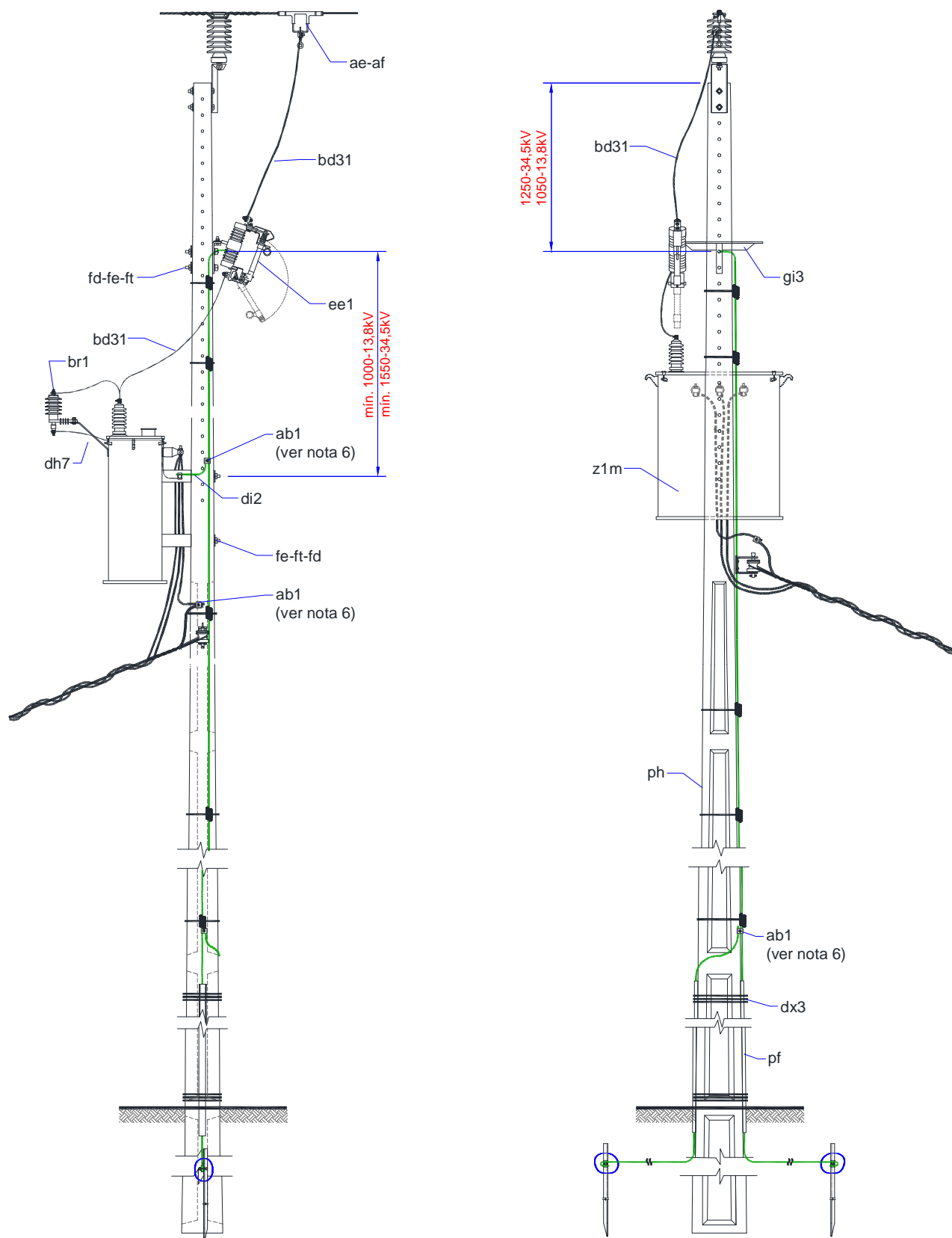
Revisão

03

**Seccionamento e aterramento de cerca
Malhas e suportes de sustentação de
culturas vegetais**

**DESENHO Nº
ND.44.10.04/1**

Folha 2/2



RELAÇÃO DE MATERIAIS

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
ab1	adeq.	Conector derivação (paralelo) de liga de alumínio, com 1 parafuso, para conexão bimetálica, diâm. TR 6,05 mm-10,50 mm DR 4,50 mm-10,50 mm
ae	1	Grampo de linha viva, para condutores de cobre, seções TR 25 a 120 mm ² e DR 16 mm ² a 70 mm ²
af	1	Conector derivação tipo estribo, a compressão, de alumínio, para cabos CA-CAA bitola adequada
bd31	2,5	Cabo de cobre coberto em XLPE, seção 16 mm ² , 15 kV, anti-tracking
dh7	0,5	Cabo de cobre, flexível, seção 10 mm ² , isolado em XLPE 0,6/1,0 kV, 90oC, sem cobertura, unipolar
di2	0,25	Cabo de cobre, têmpera meio-dura, seção 25 mm ²
fe	4	Arruela quadrada de 38 mm, com furo de diâmetro 18 mm
fd	4	Arruela redonda de 40 mm, com furo de diâmetro 18 mm
ft	4	Parafuso de aço carbono, cabeça quadrada, M16 x comprimento adequado
gi3	1	Suporte de para-raios e chaves-fusíveis para sistema monofásico
ph	1	Poste de concreto armado, seção "duplo T" de comprimento e carga nominal adequado

RELAÇÃO DE MATERIAIS ESPECÍFICOS – 15 kV

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
br1	1	Para-raios de distribuição, sem centelhadores série, para instalação externa, 12 kV, 10 kA (polimérico)
ee1	1	Chave-fusível de distribuição, 15 kV - 300 A, NBI 95 kV - 10 000 A, base tipo "C"
z1m	1	Transformador de distribuição monofásico (F/N), potência adequada, 7,97/ kV/230-115V, NBI 110 kV, para instalação em poste

RELAÇÃO DE MATERIAIS ESPECÍFICOS – 36,2 kV

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
br2	1	Para-raios de distribuição, sem centelhadores série, para instalação externa, 30 kV, 10 kA (polimérico)
ee5a	1	Chave-fusível de distribuição, 36,2 kV - 300 A, NBI 150 kV - 5 000 A, base tipo "C"
z3m	1	Transformador de distribuição monofásico (F/N), potência adequada, 19,92 kV/230 - 115 V, NBI 150 kV, para instalação em poste



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.11.01/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

ND.44

Revisão 03

**Posto de transformação
Em estrutura U1**

**DESENHO Nº
ND.44.11.01/1**

Folha 2/3

NOTA 1 Na Relação de Materiais constam somente os materiais para montagem do para-raios, chave fusível e do transformador.

NOTA 2 A chave fusível deve ser instalada formando ângulo de até 30°, em relação ao eixo longitudinal da rede e voltada para o centro da estrutura.

NOTA 3 O transformador deve ter o tanque e o borne aterrados, de acordo com o desenho ND.44.13.03/1.

NOTA 4 Os cabos de ligação (jampe) dos terminais secundários do transformador devem ser instalados, formando um colo, de tal forma que possibilite a colocação, com folga, dos aparelhos de medição gráfica.

NOTA 5 A posição de instalação do transformador e do(s) ramal(is) de ligação podem variar, desde que obedecidos os afastamentos mínimos previstos no desenho ND.44.02.04/1.

NOTA 6 No caso de aterramento com cabo de cobre ou fio de aço cobreado, as conexões devem ser feitas com conector paralelo de bronze estanhado (ab2) em substituição ao conector paralelo de liga de alumínio (ab1).

NOTA 7 Não é permitida a instalação de transformador em estruturas com ângulos ou com derivações de rede.

NOTA 8 Para conexões, consultar a Norma ND.05.

NOTA 9 Para aterramentos, consultar o desenho ND.44.08.01/1.

NOTA 10 Para os estaiamentos, consultar os desenhos ND.44.09.01/1 a ND.44.09.05/1.

NOTA 11 Para as amarrações, consultar desenhos ND.44.12.01/1 a ND.44.12.03/1.



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.11.01/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

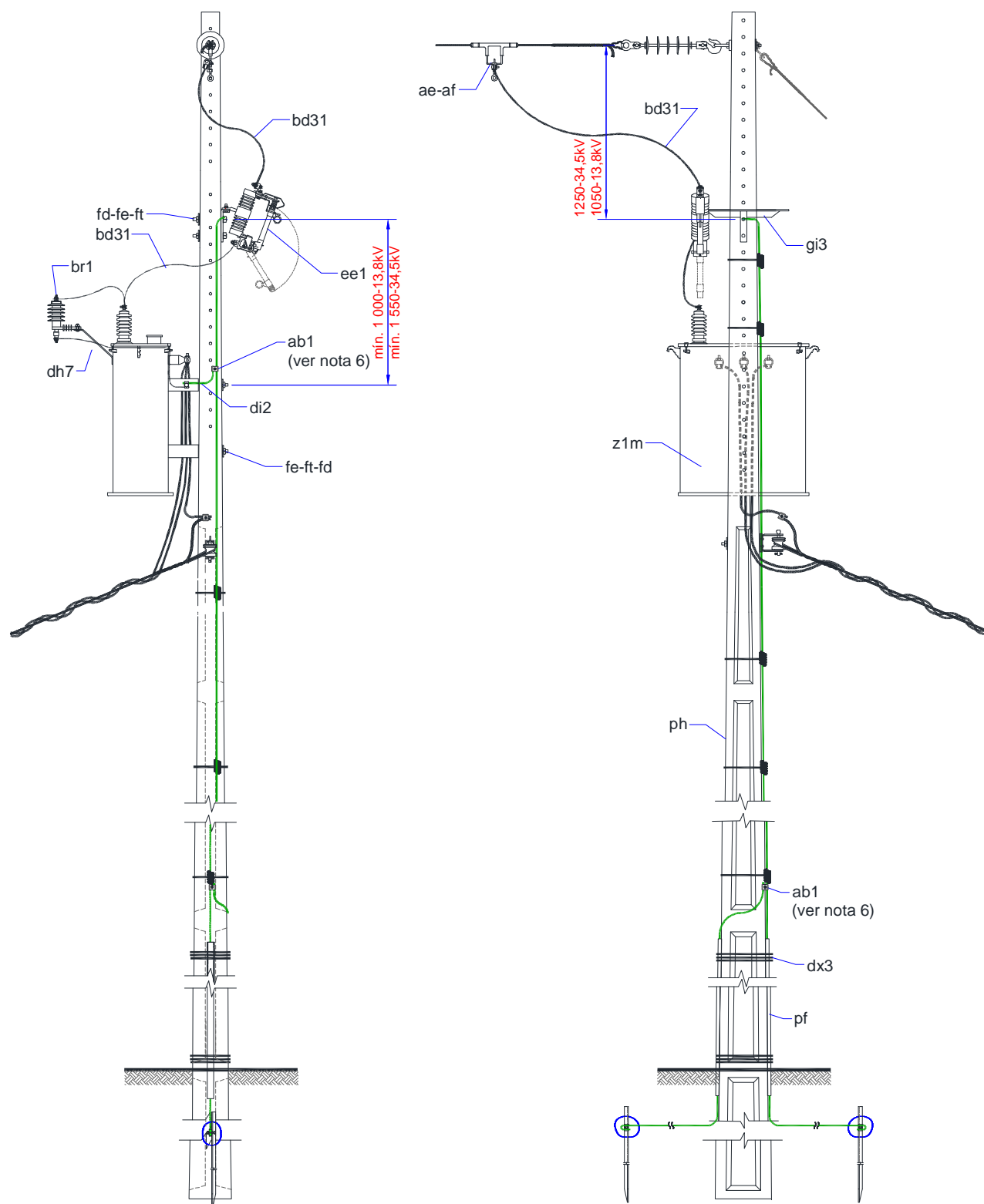
ND.44

Revisão 03

**Posto de transformação
Em estrutura U1**

**DESENHO Nº
ND.44.11.01/1**

Folha 3/3



RELAÇÃO DE MATERIAIS

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
ab1	adeq.	Conector derivação (paralelo) de liga de alumínio, com 1 parafuso, para conexão bimetalica, diâm. TR 6,05 mm-10,50 mm DR 4,50 mm-10,50 mm
ae	1	Grampo de linha viva, para condutores de cobre, seções TR 25 a 120 mm ² e DR 16 mm ² a 70 mm ²
af	1	Conector derivação tipo estribo, a compressão, de alumínio, para cabos CA-CAA bitola adequada
bd31	2,5	Cabo de cobre coberto em XLPE, seção 16 mm ² , 15 kV, anti-tracking
dh7	0,5	Cabo de cobre, flexível, seção 10 mm ² , isolado em XLPE 0,6/1,0 kV, 90oC, sem cobertura, unipolar
di2	0,25	Cabo de cobre, têmpera meio-dura, seção 25 mm ²
fe	4	Arruela quadrada de 38 mm, com furo de diâmetro 18 mm
fd	4	Arruela redonda de 40 mm, com furo de diâmetro 18 mm
ft	4	Parafuso de aço carbono, cabeça quadrada, M16 x comprimento adequado
gi3	1	Suporte de para-raios e chaves-fusíveis para sistema monofásico
ph	1	Poste de concreto armado, seção "duplo T" de comprimento e carga nominal adequado

RELAÇÃO DE MATERIAIS ESPECÍFICOS – 15 kV

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
br1	1	Para-raios de distribuição, sem centelhadores série, para instalação externa, 12 kV, 10 kA (polimérico)
ee1	1	Chave-fusível de distribuição, 15 kV - 300 A, NBI 95 kV - 10 000 A, base tipo "C"
z1m	1	Transformador de distribuição monofásico (F/N), potência adequada, 7,97/ kV/230-115V, NBI 110 kV, para instalação em poste

RELAÇÃO DE MATERIAIS ESPECÍFICOS – 36,2 kV

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
br2	1	Para-raios de distribuição, sem centelhadores série, para instalação externa, 30 kV, 10 kA (polimérico)
ee5a	1	Chave-fusível de distribuição, 36,2 kV - 300 A, NBI 150 kV - 5 000 A, base tipo "C"
z3m	1	Transformador de distribuição monofásico (F/N), potência adequada, 19,92 kV/230 - 115 V, NBI 150 kV, para instalação em poste



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.11.02/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

ND.44

Revisão 03

**Posto de transformação
Em estrutura U3**

**DESENHO Nº
ND.44.11.02/1**

Folha 2/3

NOTA 1 Na Relação de Materiais constam somente os materiais para montagem do para-raios, chave fusível e do transformador.

NOTA 2 A chave fusível deve ser instalada formando ângulo de até 30°, em relação ao eixo longitudinal da rede e voltada para o centro da estrutura.

NOTA 3 O transformador deve ter o tanque e o borne aterrados, de acordo com o desenho ND.44.13.03/1.

NOTA 4 Os cabos de ligação (jampe) dos terminais secundários do transformador devem ser instalados, formando um colo, de tal forma que possibilite a colocação, com folga, dos aparelhos de medição gráfica.

NOTA 5 A posição de instalação do transformador e do(s) ramal(is) de ligação podem variar, desde que obedecidos os afastamentos mínimos previstos no desenho ND.44.02.04/1.

NOTA 6 No caso de aterramento com cabo de cobre ou fio de aço cobreado, as conexões devem ser feitas com conector paralelo de bronze estanhado (ab2) em substituição ao conector paralelo de liga de alumínio (ab1).

NOTA 7 Para conexões, consultar a Norma ND.05.

NOTA 8 Para aterramentos, consultar o desenho ND.44.08.01/1.

NOTA 9 Para os estaiamentos, consultar os desenhos ND.44.09.01/1 a ND.44.09.05/1.

NOTA 10 Para as amarrações, consultar desenhos ND.44.12.01/1 a ND.44.12.03/1.



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.11.02/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

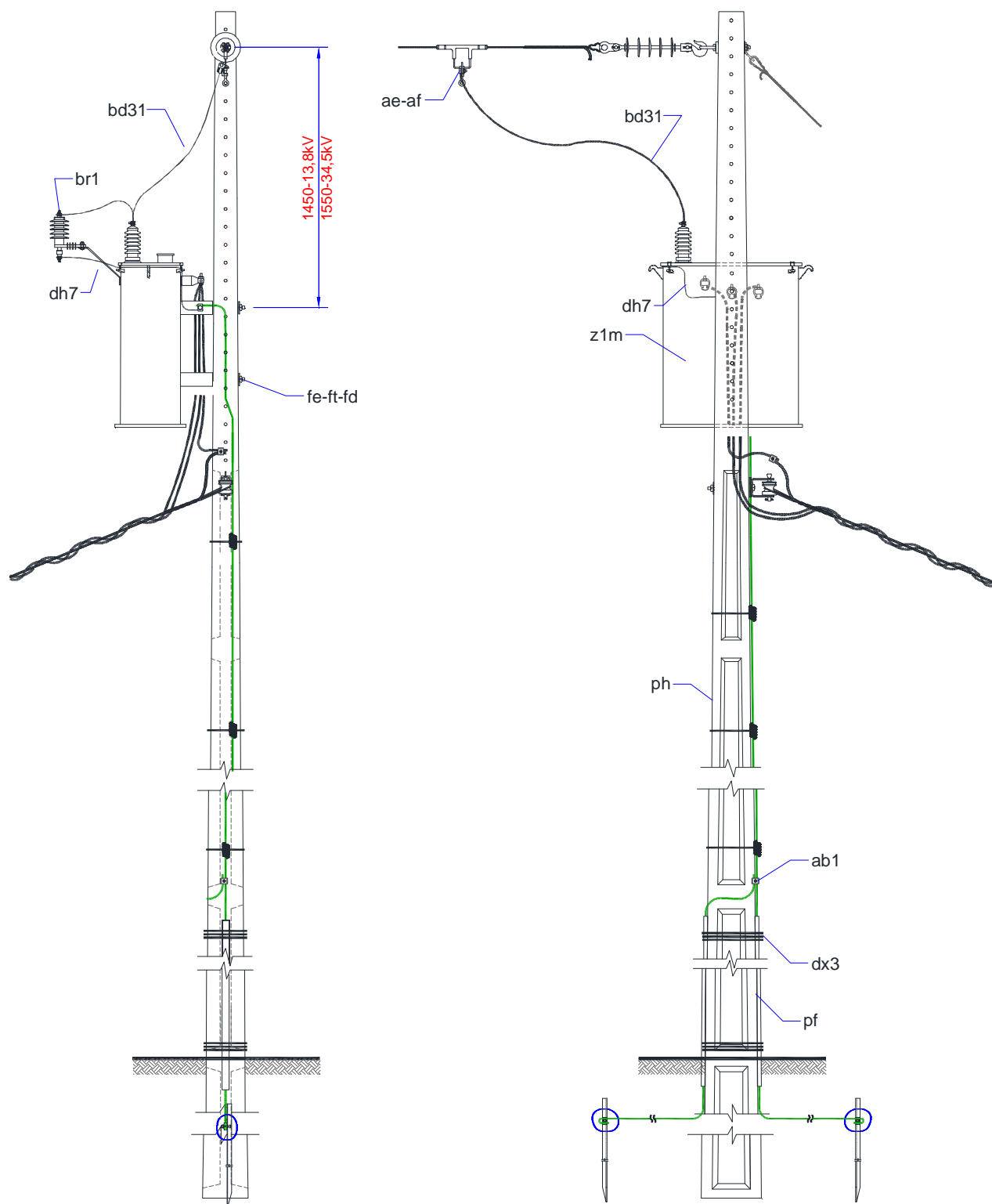
ND.44

Revisão 03

**Posto de transformação
Em estrutura U3**

**DESENHO Nº
ND.44.11.02/1**

Folha 3/3



RELAÇÃO DE MATERIAIS

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
ab1	adeq.	Conector derivação (paralelo) de liga de alumínio, com 1 parafuso, para conexão bimetálica, diâm. TR 6,05 mm-10,50 mm DR 4,50 mm-10,50 mm
ae	1	Grampo de linha viva, para condutores de cobre, seções TR 25 a 120 mm ² e DR 16 mm ² a 70 mm ²
af	1	Conector derivação tipo estribo, a compressão, de alumínio, para cabos CA-CAA bitola adequada
bd31	1,5	Cabo de cobre coberto em XLPE, seção 16 mm ² , 15 kV, anti-tracking
dh7	0,5	Cabo de cobre, flexível, seção 10 mm ² , isolado em XLPE 0,6/1,0 kV, 90oC, sem cobertura, unipolar
fe	2	Arruela quadrada de 38 mm, com furo de diâmetro 18 mm
fd	2	Arruela redonda de 40 mm, com furo de diâmetro 18 mm
ft	2	Parafuso de aço carbono, cabeça quadrada, M16 x comprimento adequado
ph	1	Poste de concreto armado, seção "duplo T" de comprimento e carga nominal adequado

RELAÇÃO DE MATERIAIS ESPECÍFICOS – 15 kV

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
br1	1	Para-raios de distribuição, sem centelhadores série, para instalação externa, 12 kV, 10 kA (polimérico)
z1m	1	Transformador de distribuição monofásico (F/N), potência adequada, 7,97kV /230-115V, NBI 110 kV, para instalação em poste

RELAÇÃO DE MATERIAIS ESPECÍFICOS – 36,2 kV

ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
br2	1	Para-raios de distribuição, sem centelhadores série, para instalação externa, 30 kV, 10 kA (polimérico)
z3m	1	Transformador de distribuição monofásico (F/N), potência adequada, 19,92 kV/230 - 115 V, NBI 150 kV, para instalação em poste

NOTA 1 Na Relação de Materiais constam somente os materiais para montagem do para-raios e do transformador.

NOTA 2 O transformador deve ter o tanque e o borne aterrados, de acordo com o desenho ND.44.13.03/1.

NOTA 3 Os cabos de ligação (jampe) dos terminais secundários do transformador devem ser instalados, formando um colo, de tal forma que possibilite a colocação, com folga, dos aparelhos de medição gráfica.

NOTA 4 A posição de instalação do transformador e do(s) ramal(is) de ligação podem variar, desde que obedecidos os afastamentos mínimos previstos no desenho ND.44.02.04/1.

NOTA 5 No caso de aterramento com cabo de cobre ou fio de aço cobreado, as conexões devem ser feitas com conector paralelo de bronze estanhado (ab2) em substituição ao conector paralelo de liga de alumínio (ab1).



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.11.03/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

ND.44

Revisão 03

**Posto de transformação
Em estrutura U3 sem chave fusível**

**DESENHO Nº
ND.44.11.03/1**

Folha 2/3

- NOTA 6** Para conexões, consultar a Norma ND.05.
- NOTA 7** Para aterramentos, consultar o desenho ND.44.08.01/1.
- NOTA 8** Para os estaiamentos, consultar os desenhos ND.44.09.01/1 a ND.44.09.05/1.
- NOTA 9** Para as amarrações, consultar desenhos ND.44.12.01/1 a ND.44.12.03/1.



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.11.03/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

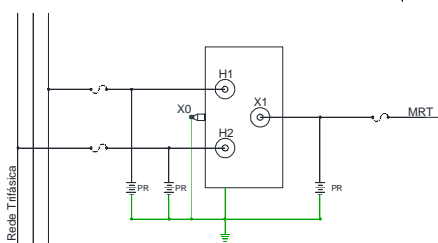
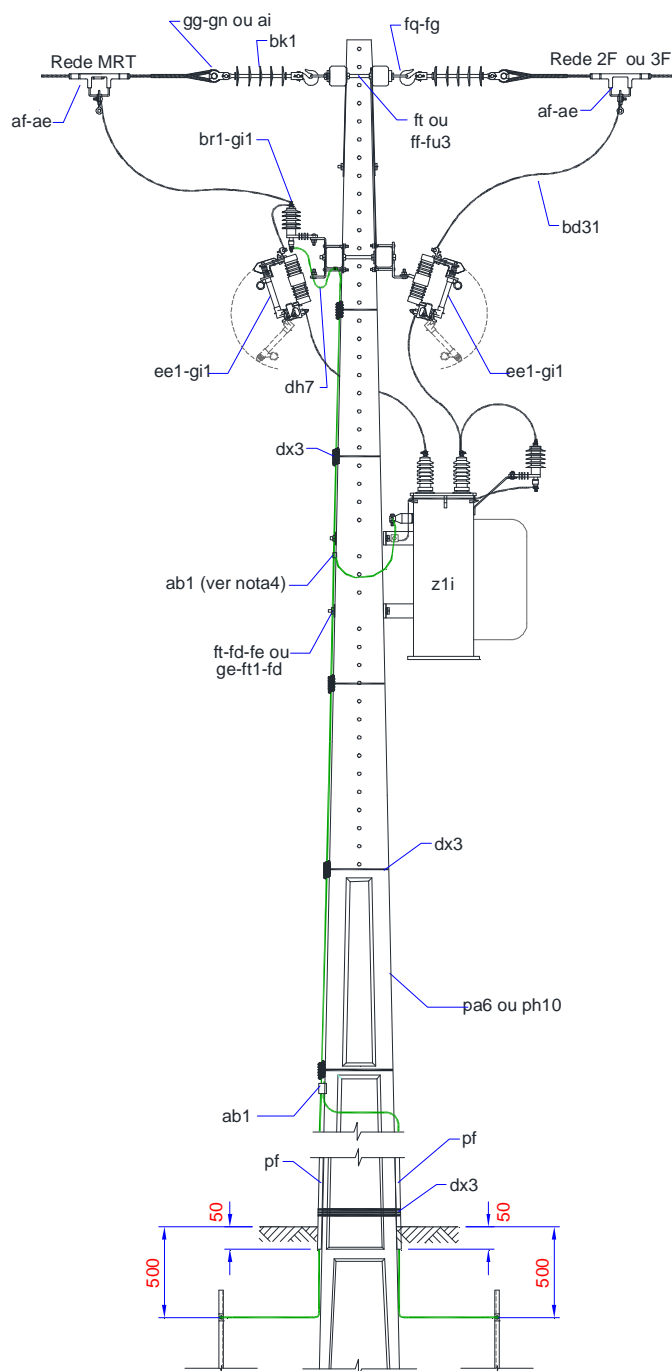
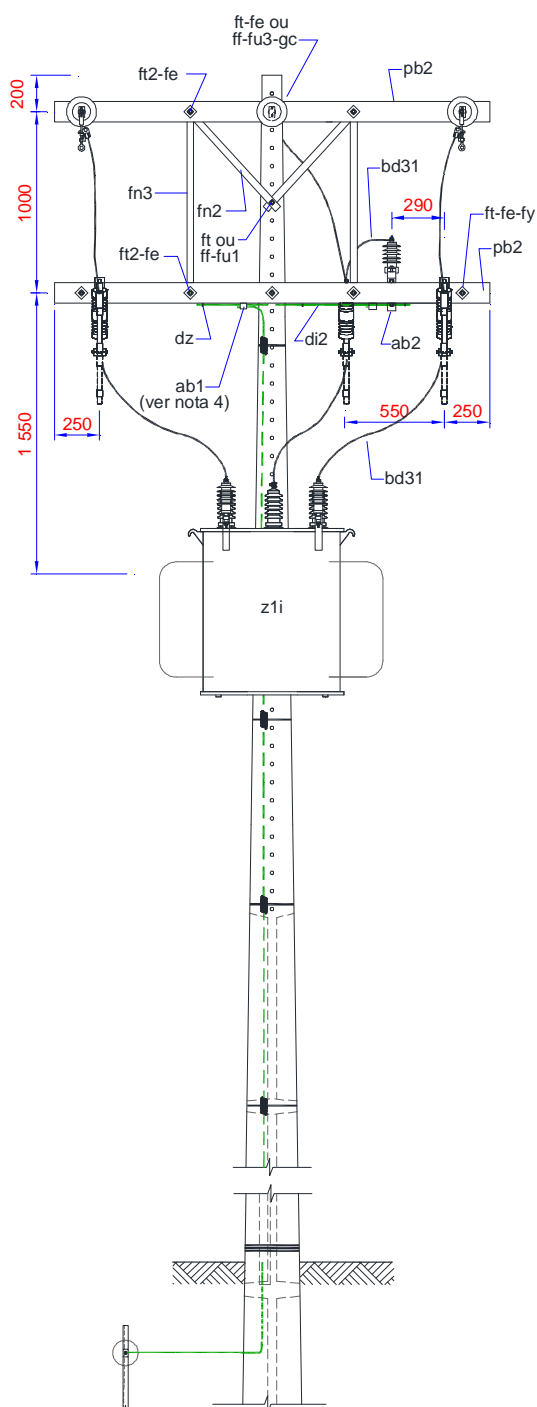
ND.44

Revisão 03

**Posto de transformação
Em estrutura U3 sem chave fusível**

**DESENHO Nº
ND.44.11.03/1**

Folha 3/3



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.11.04/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

ND.44

Revisão 03

Posto de transformação
Transformador de isolamento – 15 kV
(ligação fase a fase)

DESENHO Nº
ND.44.11.04/1

Folha 1/3

RELAÇÃO DE MATERIAIS

ITEM	QUANT.		DESCRIÇÃO
	DT	CT	
ax	1,5		Conector derivação, compressão, paralelo, formato "H", de alumínio, Ø condutores TR e DR adequados
ab1	adeq.	adeq.	Conector derivação (paralelo) de liga de alumínio, com 1 parafuso, para conexão bimetálica, diâm. TR 6,05 mm-10,50 mm DR 4,50 mm-10,50 mm
ab2	3	3	Conector derivação (paralelo) de bronze estanhado, com 1 parafuso para condutores de cobre, diâm. TR e DR 4,50 mm-10,70 mm
ae	3	3	Grampo de linha viva, para condutores de cobre, seções TR 25 a 120 mm ² e DR 16 mm ² a 70 mm ²
af	3	3	Conector derivação tipo estribo, a compressão, de alumínio, para cabos CA-CAA bitola adequada
bd31	1,5	1,5	Cabo de cobre coberto em XLPE, seção 16 mm ² , 15 kV, anti-tracking
bk1	3	3	Isolador polimérico de ancoragem 15 kV
br1	3	3	Para-raios de distribuição, sem centelhadores série, para instalação externa, 12 kV, 10 kA (polimérico)
dh7	1,5	1,5	Cabo de cobre, flexível, seção 10 mm ² , isolado em XLPE 0,6/1,0 kV, 90oC, sem cobertura, unipolar
di2	0,50	0,50	Cabo de cobre, têmpera meio-dura, seção 25 mm ²
dx3	adeq.	adeq.	Arame de aço zincado, diâmetro 2,1 mm (14 BWG) - para amarração
dz	adeq.	adeq.	Fixador do condutor de aterramento em cruzeta
ee1	3	3	Chave-fusível de distribuição, 15 kV - 300 A, NBI 95 kV - 10 000 A, base tipo "C"
fd	2	4	Arruela redonda de 40 mm, com furo de diâmetro 18 mm
fe	24	22	Arruela quadrada de 38 mm, com furo de diâmetro 18 mm
ff	-	3	Cinta de aço-carbono de diâmetro adequado, para poste de seção circular
fg	3	3	Gancho-olhal
fn2	4	4	Mão-francesa plana, aço-carbono, comprimento de 726 mm
fn3	2	2	Mão-francesa plana, aço-carbono, comprimento de 1 053 mm
fq	3	3	Olhal para parafuso de diâmetro 16 mm
ft	9	4	Parafuso de aço carbono, cabeça quadrada, M16 x comprimento adequado
ft1	-	4	Parafuso de aço-carbono, cabeça quadrada, M16 x 50 mm
ft2	6	6	Parafuso de aço-carbono, cabeça quadrada, M16 x 125 mm
fu3	-	2	Parafuso de aço-carbono, cabeça abaulada, M16 x 150 mm



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.11.04/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

ND.44

Revisão 03

**Posto de transformação
Transformador de isolamento – 15 kV
(ligação fase a fase)**

**DESENHO Nº
ND.44.11.04/1**

Folha 2/3

fy	8	8	Porca quadrada de aço-carbono para parafuso M16
gc	-	4	Sela de aço-carbono, para cruzeta de seção retangular 90 x 112,5 mm
ge	-	2	Suporte de diâmetro adequado, para instalação de equipamentos em poste de concreto circular
gg	3	3	Manilha-sapatilha
gi1	3	3	Suporte de para-raios e chaves fusíveis de 13,8 kV e 23,0 kV
gn	3	3	Alça pré-formada de distribuição, para cabo de alumínio CA-CAA, bitola adequada
pa6	-	1	Poste de concreto circular de 11 metros x 400 daN
pb2	4	4	Cruzeta de seção retangular de 90 x 112,5 x 2 400 mm
pf	2	2	Moldura de proteção para fio de aterramento
ph10	1	-	Poste de concreto armado, seção "duplo T" de 11 m x 600 daN
z1i	1	1	Transformador de isolamento monofásico (F/F), potência adequada, 13,8/7,97kV - NBR 110kV, para instalação em poste

NOTA 1 Na Relação de Materiais constam os materiais para montagem da estrutura completa.

NOTA 2 O transformador de isolamento deve ser instalado, no mínimo, em poste de concreto duplo "T" de 600 daN ou concreto circular de 400daN.

NOTA 3 O transformador deve ter o tanque e o borne aterrados.

NOTA 4 No caso de aterramento com cabo de cobre ou fio de aço cobreado, as conexões devem ser feitas com conector paralelo de bronze estanhado (ab2) em substituição ao conector paralelo de liga de alumínio (ab1).

NOTA 5 Para conexões, consultar a Norma ND.05.

NOTA 6 Para aterramentos, consultar o desenho ND.44.08.01/1.

NOTA 7 Para os estaiamentos, consultar os desenhos ND.44.09.01/1 a ND.44.09.06/1.



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.11.04/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

ND.44

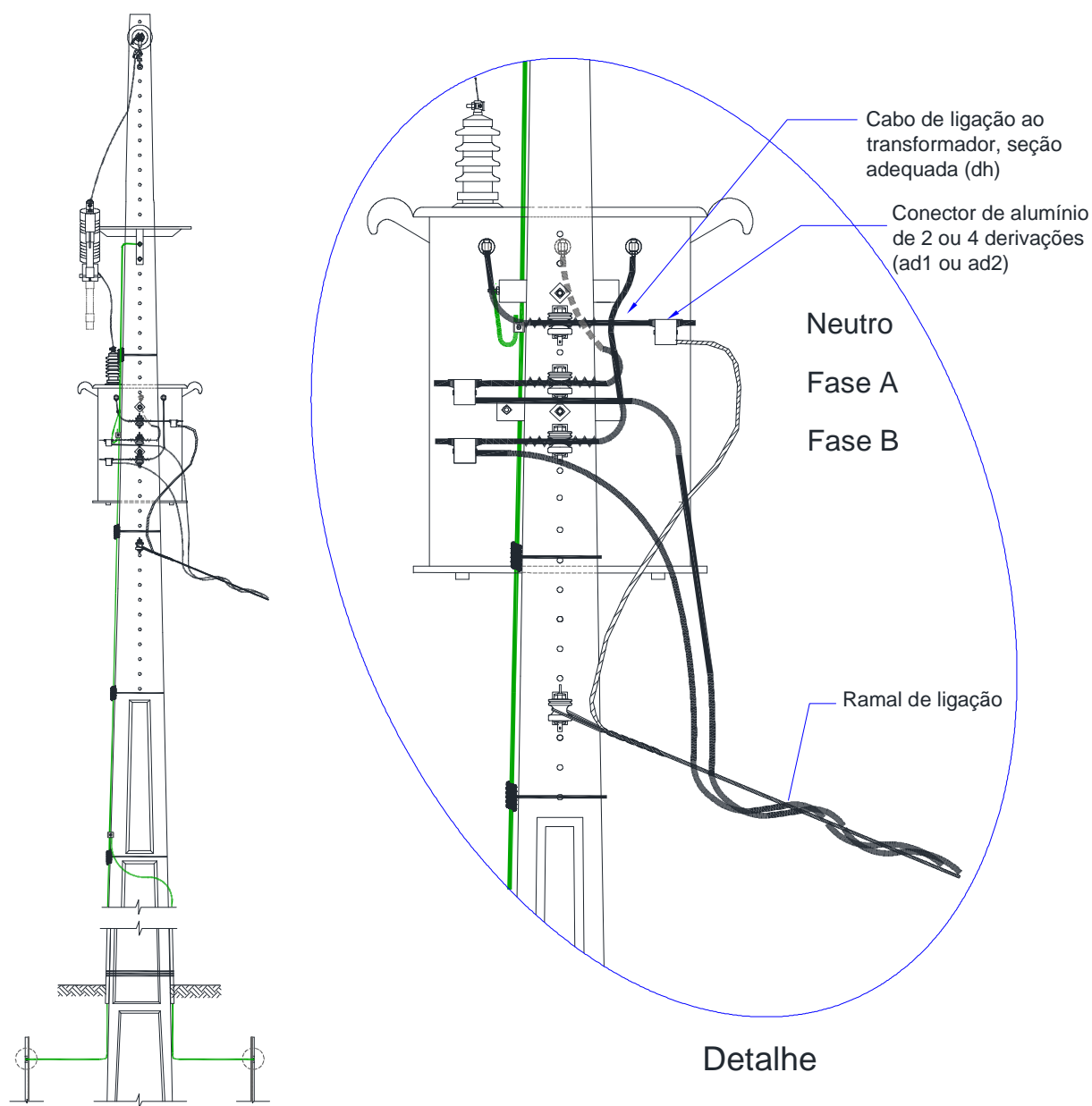
Revisão 03

**Posto de transformação
Transformador de isolamento – 15 kV
(ligação fase a fase)**

**DESENHO Nº
ND.44.11.04/1**

Folha 3/3

LIGAÇÃO DE CLIENTE RURAL



NOTA 1 Esta padronização aplica-se a ligações de dois ou mais consumidores em postos de transformação em áreas rurais.

NOTA 2 Para a conexão dos condutores do ramal de ligação devem ser utilizados os conectores de alumínio bimetálico com 2 derivações (ad1) ou 4 derivações (ad2), conforme padronizações ND.06.03.22/1 e ND.06.03.23/1.

NOTA 3 Para a interligação dos bornes secundário do transformador e o barramento da rede secundária devem ser utilizados cabos de cobre isolados dimensionados conforme a Tabela 17 da Norma ND.22 e ter suas pontas vedadas e isoladas.

NOTA 4 A retirada da cobertura do cabo de cobre coberto de seção 16 mm² (bd31) deve ser feita em forma de ponta lápis.



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.11.05/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

ND.44

Revisão 03

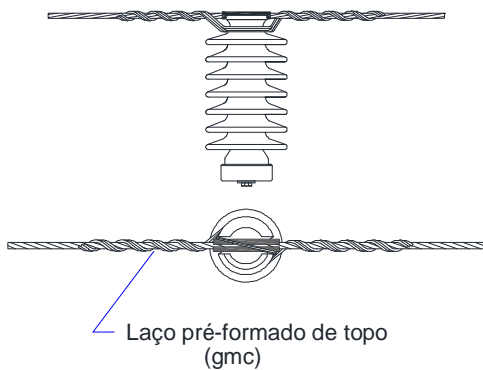
Detalhamentos Ligação de 2 ou mais clientes

**DESENHO Nº
ND.44.11.05/1**

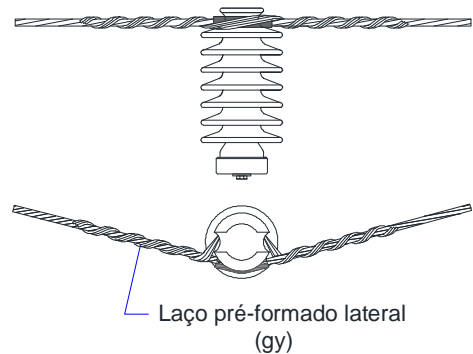
Folha 2/2

AMARRAÇÃO SIMPLES

a) Topo

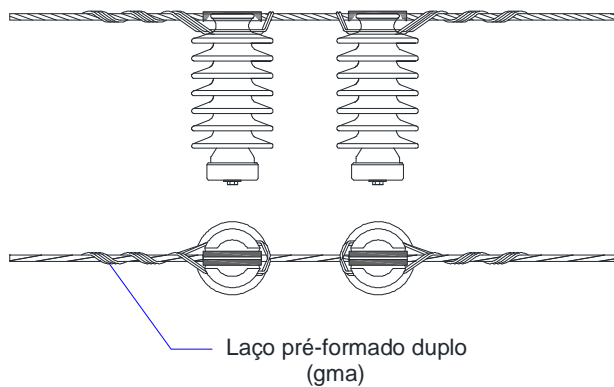


b) Lateral

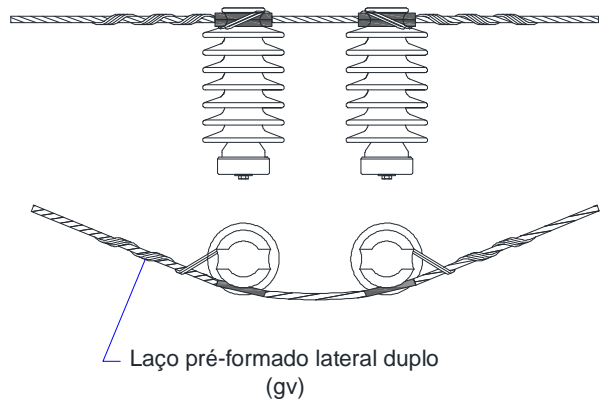


AMARRAÇÃO DUPLA

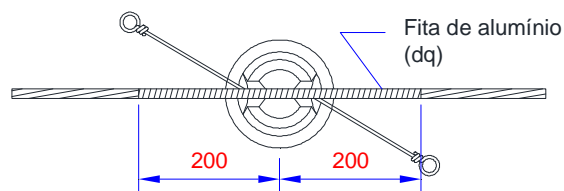
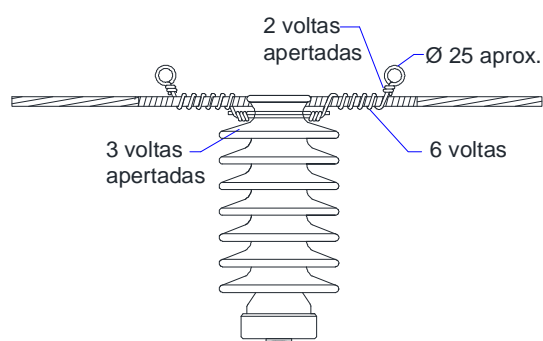
a) Topo



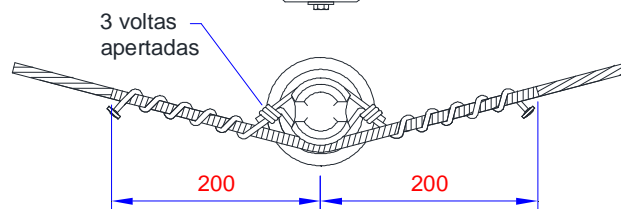
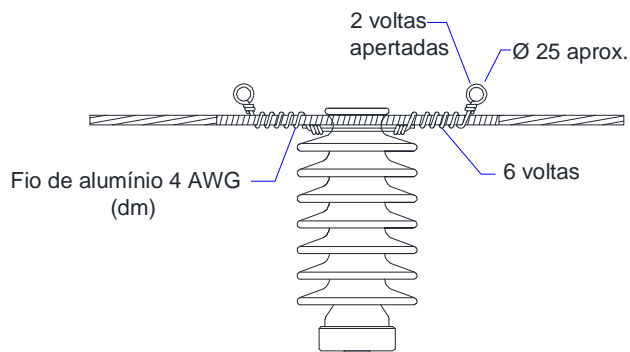
b) Lateral



AMARRAÇÃO SIMPLES

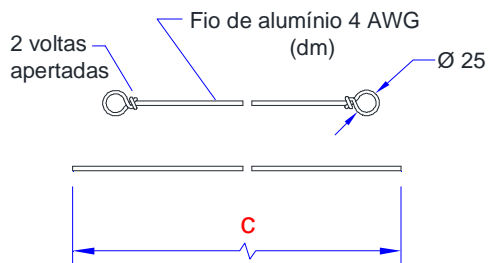
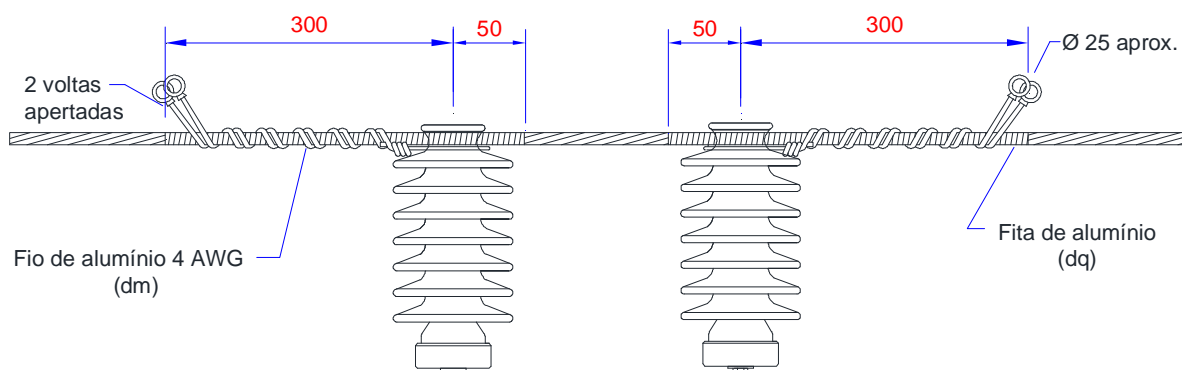
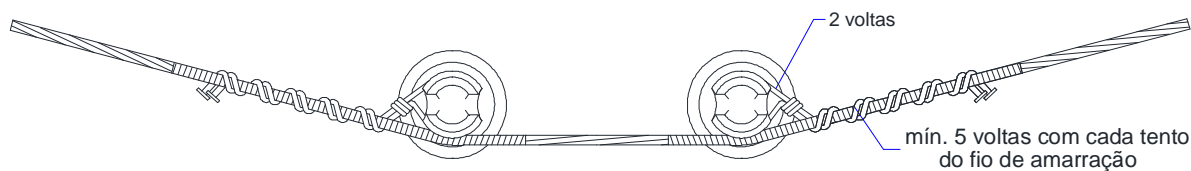


a) Topo



b) Lateral

AMARRAÇÃO DUPLA



NOTA As amarrações devem ser feitas com fio nu de alumínio mole nº 4 AWG de cobre mole 10 mm².



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.12.02/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

ND.44

Revisão

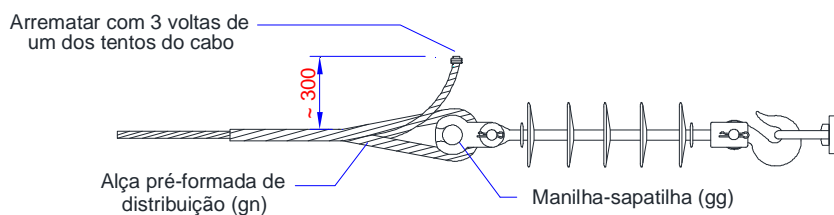
03

**Amarrações de condutores
Primária
Com amarração convencional**

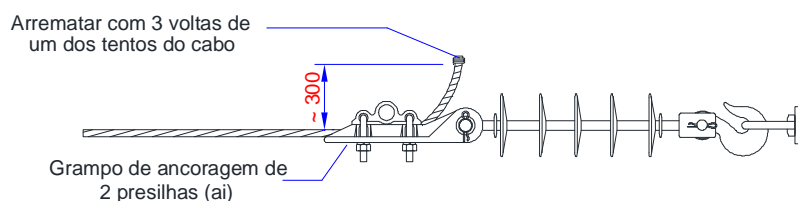
**DESENHO Nº
ND.44.12.02/1**

Folha 1/1

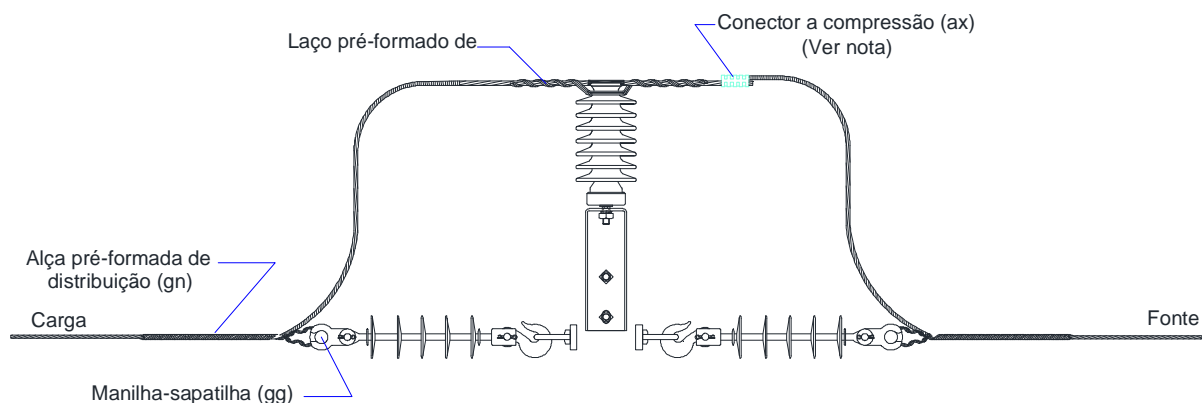
ANCORAGEM SIMPLES COM PRÉ-FORMADO



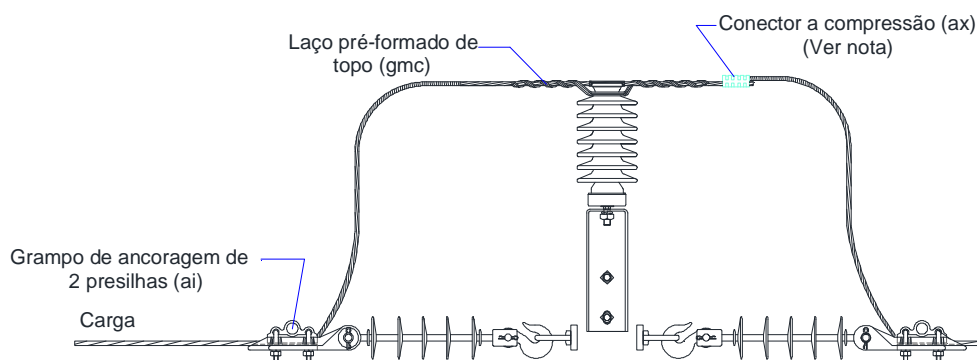
ANCORAGEM SIMPLES COM GRAMPO DE ANCORAGEM



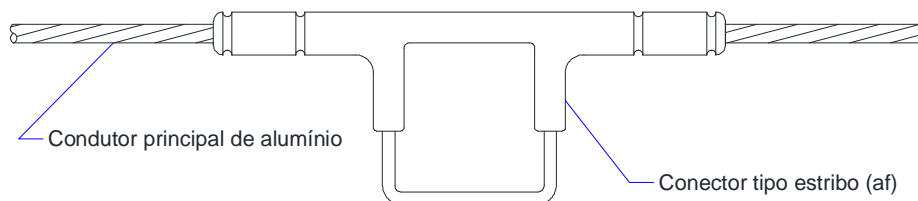
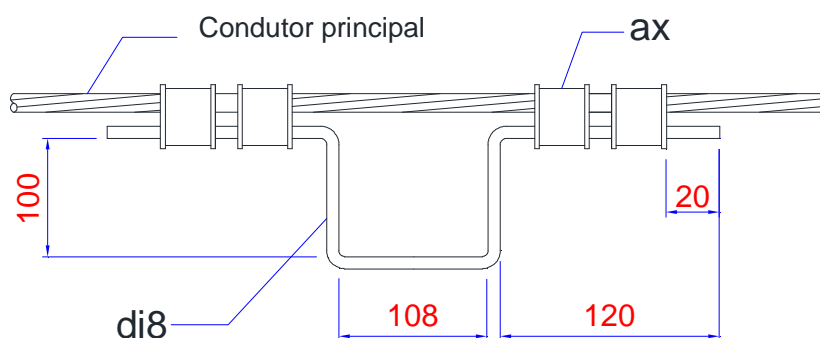
ANCORAGEM DUPLA COM PRÉ-FORMADO



ANCORAGEM DUPLA COM GRAMPO DE ANCORAGEM

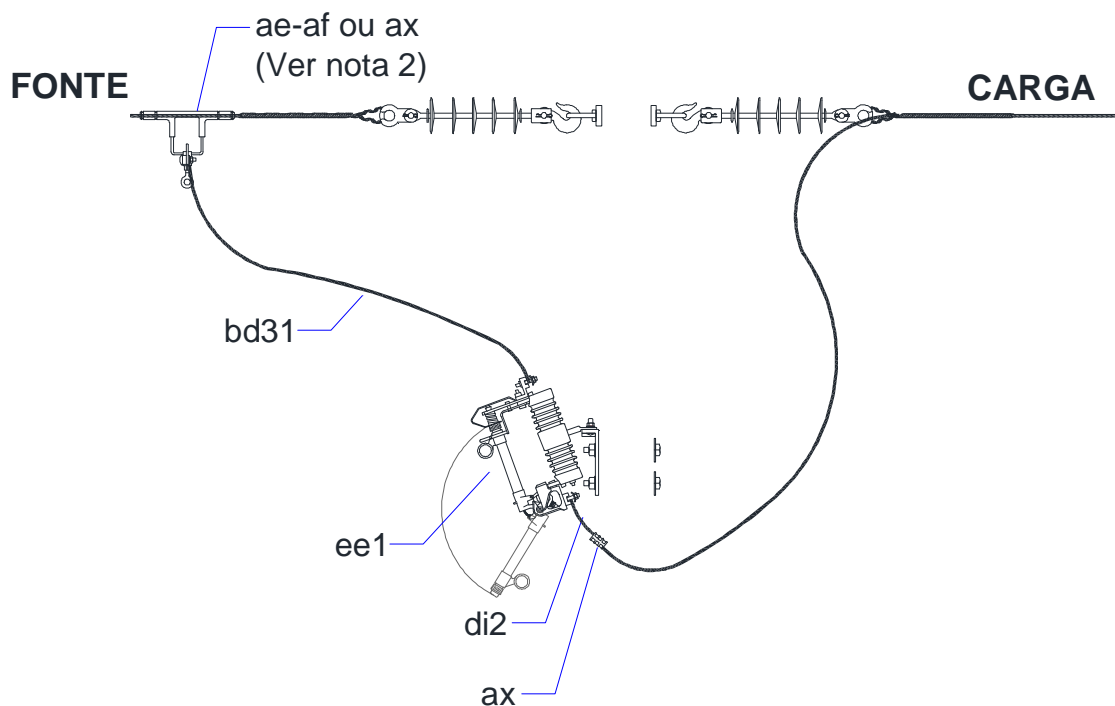


NOTA Quando as bitolas forem iguais, evitar o seccionamento do cabo.

ESTRIBO PARA REDE COM CONDUTOR DE ALUMÍNIOESTRIBO PARA REDE COM CONDUTORES DE AÇO ZINCADO**RELAÇÃO DE MATERIAIS**

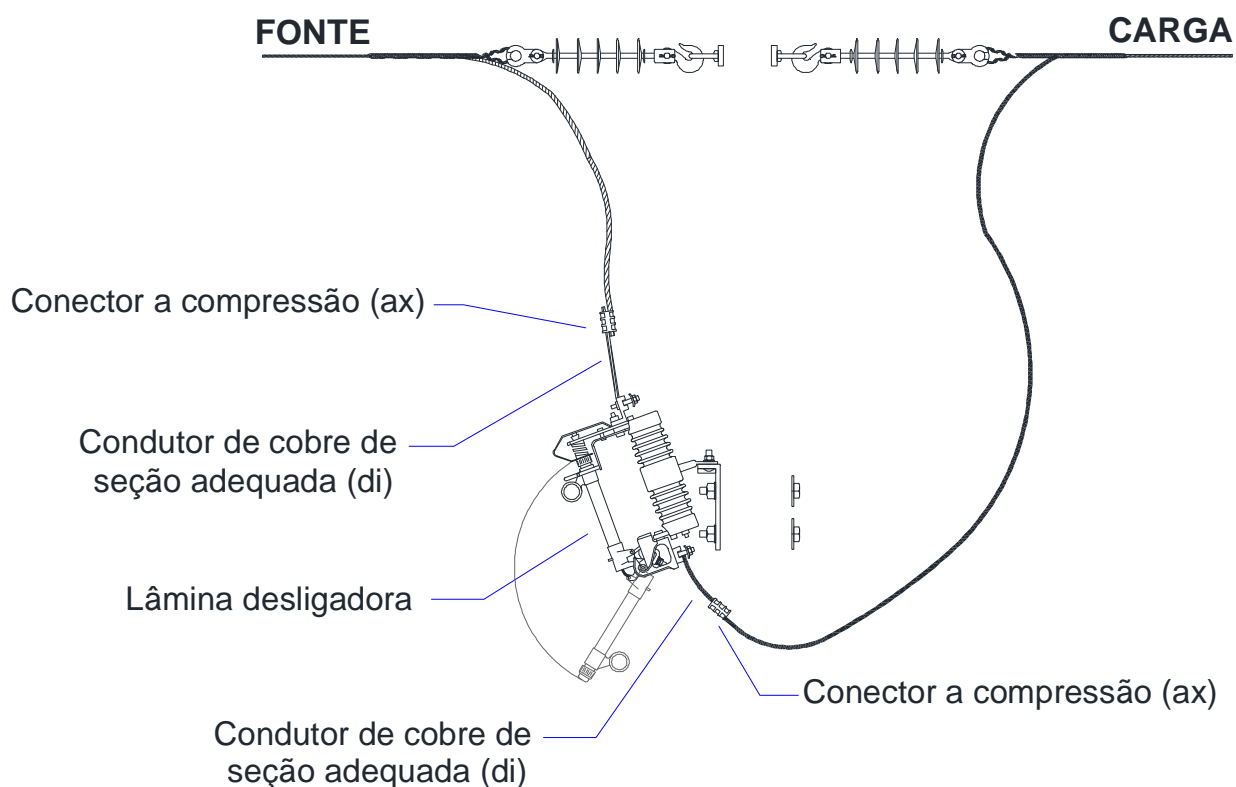
ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
	DT	
ax	4	Conector derivação, compressão, paralelo, formato "H", de alumínio, Ø condutores TR e DR adequados
di8	500 mm	Fio nu de cobre meio, seção 35 mm ²

1. Ligação de chave fusível



NOTA 2 Para correntes acima de 50 A substituir o estribo e glv por conector a compressão.

2. Ligação de lâmina desligadora



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.13.02/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

ND.44

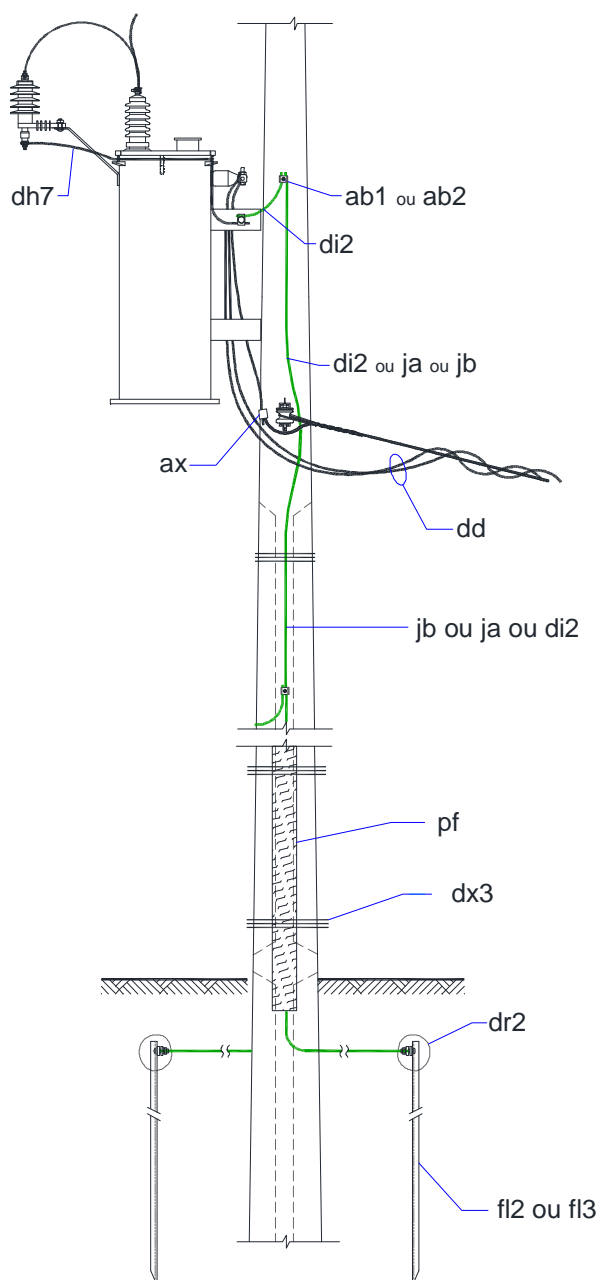
Revisão

03

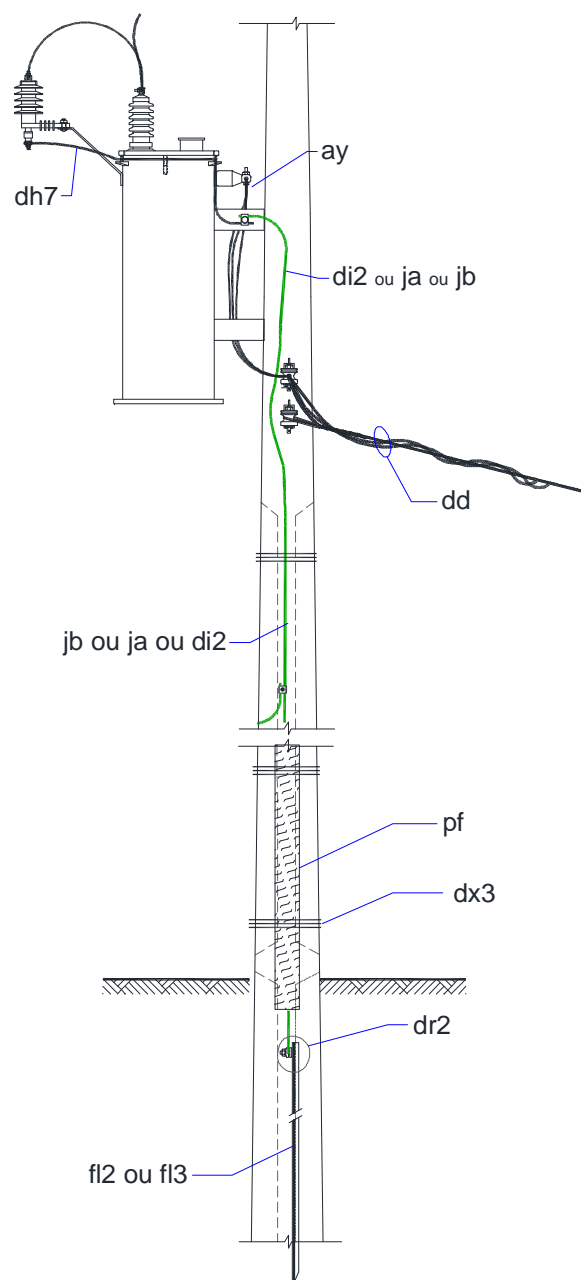
Detalhamentos
Ligação de chave fusível e
lâmina desligadora

DESENHO Nº
ND.44.13.02/1

Folha 1/1



Direto no terminal secundário



Ligação rede secundária

NOTA 1 Interligar o para-raios e a tanque do transformador com o aterramento local.

NOTA 2 O aterramento deve ser feito segundo critérios estabelecidos na seção 8.



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.13.03/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

ND.44

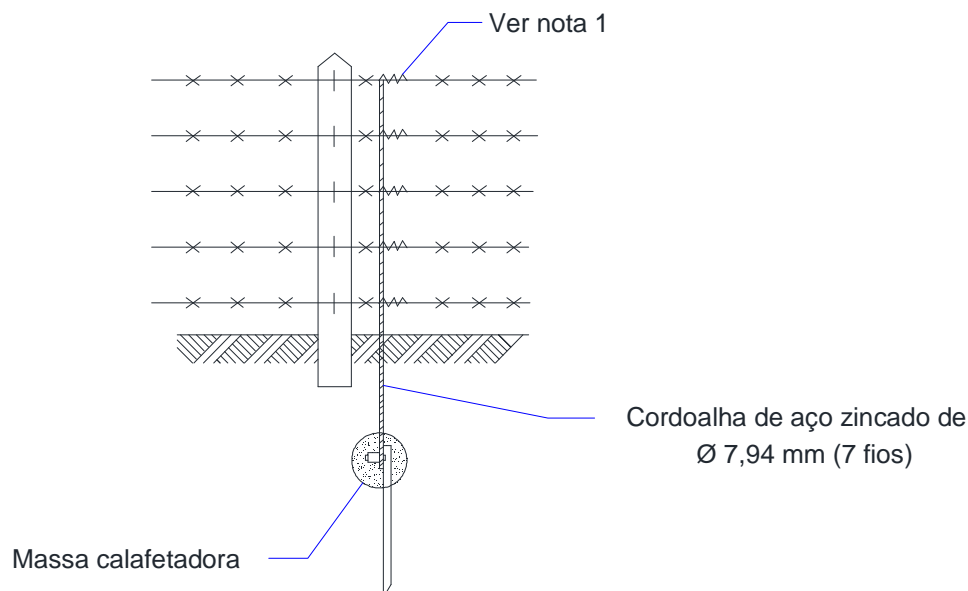
Revisão 03

Detalhamentos Ligação secundária e aterramento de transformador

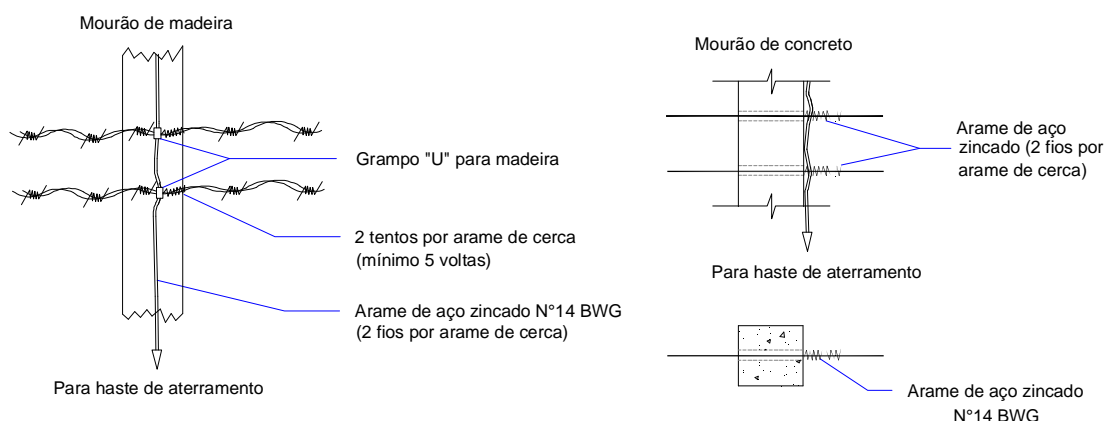
**DESENHO Nº
ND.44.13.03/1**

Folha 1/1

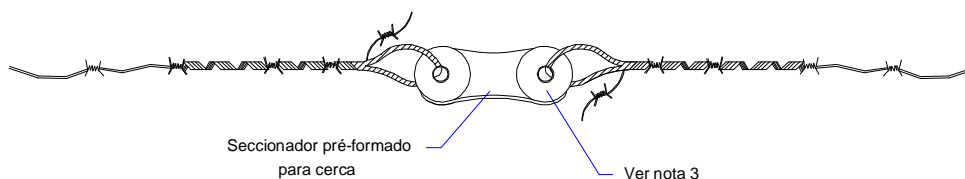
1. Aterramento com cordoalha de aço zincado 7,94 mm (5/16") – 7 fios



2. Aterramento com arame de aço zincado nº 14 BWG



3. Seccionamento de cerca com pré-formado



NOTA 1 Desenrolar um dos fios da cordoalha de aço zincado de diâmetro 6,35 mm (7 fios), até a altura do primeiro arame, amarrando-o (enrolando-o) com, no mínimo 5 voltas. Fazer o mesmo com os demais arames da cerca, exceto no superior que deve ser amarrado com os fios restantes. Alternativamente, pode ser utilizado o arame de aço carbono zincado Nº 14 BWG (diâmetro 2,0 mm), formando uma corda torcida com 2 tentos por fio de arame da cerca.

NOTA 2 O procedimento é análogo para cerca tipo "paraguai".

NOTA 3 O fio de arame da cerca deve ser interrompido após a instalação do seccionador pré-formado para cerca.



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.13.04/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

ND.44

Revisão 03

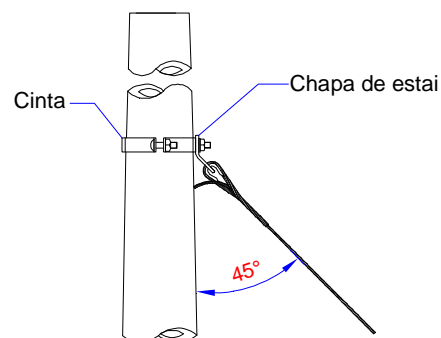
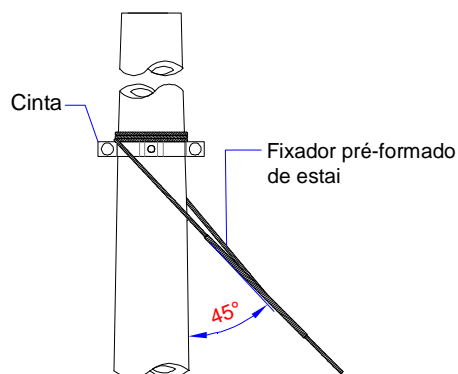
Detalhamentos Seccionamento e aterramento de cerca

**DESENHO Nº
ND.44.13.04/1**

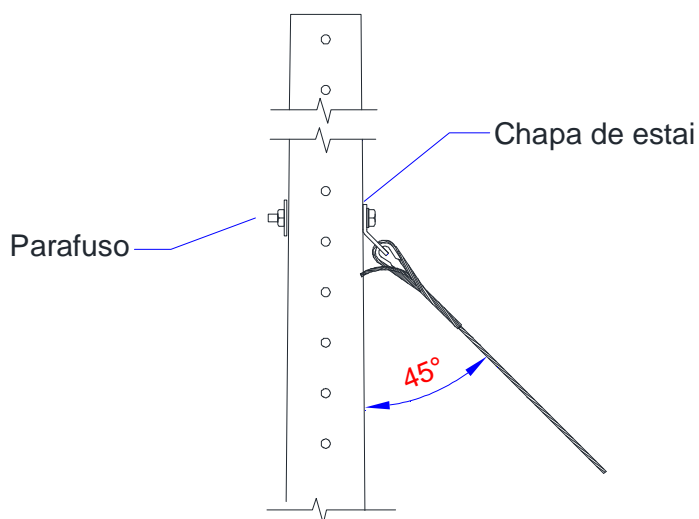
Folha 1/1

1. Estaçamento em poste de concreto circular ou fibra de vidro

COM FIXADOR PRÉ-FORMADO DE ESTAI

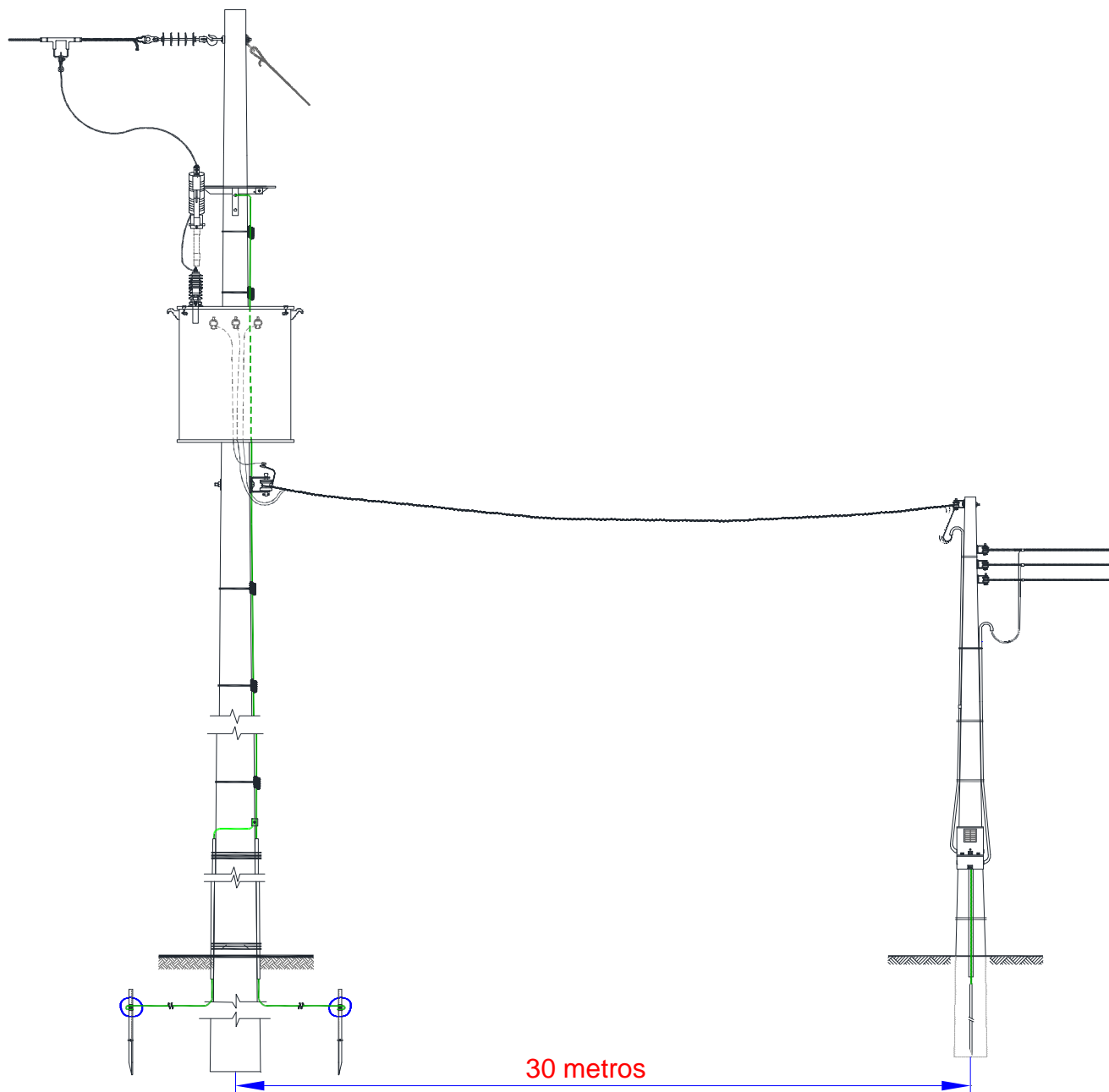


2. Estaçamento em poste de concreto duplo T



NOTA 1 As alternativas acima devem ser utilizadas quando da necessidade de utilização de postes de concreto circular ou duplo T.

NOTA 2 Para poste de fibra modular utilizar a mesma condição para o poste de concreto circular.



NOTA 1 O terminal X0 do transformador e o neutro do ramal de serviço devem ser conectados ao aterramento do padrão de entrada.

NOTA 2 O tanque do transformador deverá ser conectado ao aterramento do posto de transformação (prumada).

NOTA 3 Em hipótese alguma deve-se conectar o terminal X0 do transformador ao tanque do mesmo e consequentemente a prumada do aterramento.

NOTA 4 Atende requisitos da norma ABNT NBR 16527, item 5.4.4.1.



Superintendência de Redes

Elaborado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Frederico Jacob Candian

Verificado por: Edmilson L. Menegatti

Subst.: ND.44.13.06/1 de 07/07/2014

Norma de Distribuição

ND.44

Revisão 03

Detalhamentos Conexão aterramento do transformador e do padrão de entrada

DESENHO Nº
ND.44.13.06/1

Folha 1/1