

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 1 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

SUMÁRIO

1 FINALIDADE.....	2
2 CAMPO DE APLICAÇÃO	2
3 RESPONSABILIDADES.....	2
4 DEFINIÇÕES	3
5 REFERÊNCIAS.....	10
6 CRITÉRIOS GERAIS.....	11
6.1 Generalidades	11
6.2 Padrão de Entrada.....	11
6.3 Responsabilidade Técnica	12
6.4 Acesso às Instalações	12
6.5 Projeto Elaborado por Terceiros	12
6.6 Levantamento em Campo.....	12
6.7 Tensões Padronizadas	13
6.8 Limites de Fornecimento.....	13
6.9 Prazos de Atendimento	13
6.10 Materiais e Equipamentos	14
6.11 Símbologia Padronizada.....	14
6.12 Determinação da Demanda	14
7 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E CONSTRUTIVAS	16
7.1 Rede de Distribuição Subterrânea - RDS.....	16
7.2 Tipos de Arranjos de Rede de Distribuição Subterrânea (RDS)	16
7.3 Desconectáveis	24
7.4 Projeto Elétrico da Rede de Baixa Tensão	26
7.5 Projeto Elétrico da Rede de Média Tensão.....	29
7.6 Projeto e Construção Civil da RDS.....	41
7.7 Apresentação do Projeto para Aprovação	53
7.8 Execução e Recebimento de Obras de Empreiteiras	57
8 MÉTODO PARA INSTALAÇÃO DE CABOS SUBTERRÂNEOS.....	58
8.1 INTRODUÇÃO	58
8.2 ACESSÓRIOS PARA INSTALAÇÃO DE CABOS	58
8.3 Preparação dos Dutos e das Caixas	62
8.4 Puxamento dos Cabos.....	67
9 TABELAS	68
10 DESENHOS	77
11 CONTROLE DE REVISÕES.....	136
12 APROVAÇÃO	136

	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 2 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

1 FINALIDADE

Esta norma técnica tem a finalidade de estabelecer os procedimentos, diretrizes, critérios básicos e os padrões construtivos que devem ser utilizados na elaboração de projetos e na construção de Rede de Distribuição Subterrânea (RDS), em baixa tensão 127/220 V e 220/380 V e em média tensão nas classes de tensão de 15 kV e 36,2 kV, nas áreas de concessão das distribuidoras de energia elétrica do Grupo Equatorial Energia, doravante denominadas apenas de CONCESSIONÁRIA. Objetiva ainda, assegurar a qualidade técnica das instalações e no fornecimento de energia, a flexibilidade para ampliações futuras, a economicidade e os níveis de segurança compatíveis com as atividades de construção, operação e manutenção.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplica-se exclusivamente a RDS projetada e construída pela CONCESSIONÁRIA, seja por sua iniciativa ou por solicitação de terceiros, os quais assumem a responsabilidade financeira, também se aplica à RDS projetada e construída em condomínios fechados (Horizontais e/ou verticais), respeitando-se a legislação emanada pelos órgãos competentes. Na estrutura organizacional, aplica-se às Gerências das DISTRIBUIDORAS, com atividades fins voltadas para, manutenção, melhoria, expansão e automação dos seus Sistemas de Distribuição em BT e MT.

Esta norma não se aplica aos ramais de entrada subterrâneos de clientes, derivados de redes aéreas secundária ou primária, pois esses são regulamentados pelas normas NT.002, NT.004, NT.005, NT.006, NT.018 e NT.022. Não aplicando-se também, aos circuitos subterrâneos na saída de subestação de distribuição, que alimenta a rede aérea primária, com especificidades não contempladas nesta norma.

3 RESPONSABILIDADES

3.1 Gerência Centro de Operação

Realizar as atividades relacionadas à operação do sistema elétrico de acordo com os critérios, padrões e recomendações definidas neste instrumento normativo. Participar ativamente da revisão desta norma.

3.2 Gerência Corporativa de Engenharia

Realizar as atividades relacionadas à engenharia dos sistemas de média e baixa tensão de acordo com os critérios, padrões e recomendações definidas nesta norma. Participar ativamente do processo de revisão desta norma.

3.3 Gerência Corporativa de Normas e Padrões

Estabelecer as normas e padrões técnicos para elaboração de projetos e Construção de RDS e coordenar o processo de revisão desta norma.

	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 3 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

3.4 Gerência Corporativa de Planejamento e Expansão

Realizar as atividades relacionadas ao planejamento da expansão e da melhoria do sistema elétrico de acordo com os critérios, padrões e recomendações definidas neste instrumento normativo. Participar ativamente do processo de revisão desta norma.

3.5 Gerência Corporativa de Planejamento e Logística

Executar em sua rotina operacional, a aquisição, o armazenamento e a distribuição de materiais em conformidade com este instrumento normativo e com a respectiva especificação técnica.

3.6 Gerência de Assuntos Regulatórios

Verificar e validar a conformidade desta norma com a regulamentação vigente do setor elétrico. Participar ativamente do processo de revisão desta norma.

3.7 Gerência de Obras e Manutenção

Realizar as atividades relacionadas à execução da expansão, da melhoria, da manutenção e da automação, nos sistemas de distribuição de energia BT, MT e AT, ou seja, em 127V, 220V, 380V, 15kV, 36,2 kV, 72,5kV e 145kV, assim como, o monitoramento e controle do atendimento emergencial, de acordo com os critérios e recomendações definidas nesta norma. Participar ativamente do processo de revisão desta norma.

3.8 Gerência de Relacionamento com o Cliente

Realizar as atividades relacionadas com o atendimento dos clientes de acordo com os critérios, padrões e recomendações definidas neste instrumento normativo. Participar ativamente do processo de revisão desta norma.

3.9 Gerência de Serviços Comerciais

Realizar as atividades relacionadas aos serviços de rede e de recuperação de energia de acordo com os critérios, padrões e recomendações definidas neste instrumento normativo. Participar ativamente do processo de revisão desta norma.

3.10 Projetistas e Construtoras de Redes de Distribuição Subterrânea

Realizar suas atividades de acordo com as regras e recomendações definidas neste instrumento normativo.

4 DEFINIÇÕES

4.1 Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL

Autarquia criada pela Lei 9.427 de 26/12/1996 com a finalidade de regular e fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, de acordo com a legislação e em conformidade com as diretrizes e as políticas do governo federal.

	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 4 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

4.2 Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT

Associação privada sem fins lucrativos responsáveis pela elaboração das normas técnicas no Brasil.

4.3 Aterramento ou Malha de Aterramento

Ligaçāo à terra de todas as partes metálicas não energizadas de uma instalação (quadros, equipamentos elétricos ou SE), incluindo o neutro da rede (se houver BT), através de um ou mais eletrodos (hastes) interligados por condutores nus, enterrados no solo, geometricamente dispostos e de preferência equipotencializados, com a função de escoar para terra, as correntes elétricas oriundas de descargas atmosféricas, surtos de manobra e/ou desequilíbrios no sistema elétrico.

4.4 Aterramento Temporário

Ligaçāo elétrica efetiva e intencional à terra, destinada a garantir a equipotencialização de todas as partes envolvidas no serviço, mantendo esta condição continuamente durante a intervenção na instalação elétrica.

4.5 Banco de Dutos

Conjunto de linhas de dutos instaladas paralelamente, numa mesma vala.

4.6 Barramento múltiplo isolado

Conector secundário submersível provido de barra interna que possibilita diversas derivações.

4.7 Cabo

Conjunto de fios encordoados, isolados ou não entre si, podendo o conjunto ser isolado ou não.

4.8 Cabos Isolados Multiplexados

Cabos constituídos por um, dois ou três condutores isolados, utilizados como condutores fase, torcidos em torno de um condutor nu, ou isolado com funções de condutor neutro e de elemento de sustentação.

4.9 Caixa de Derivação

Caixa enterrada destinada à execução de derivação de condutores.

4.10 Caixa de Inspeção

Caixa enterrada com dimensões suficientes para pessoas trabalharem em seu interior, intercalada numa ou mais linhas de dutos convergentes e que possua equipamentos ou acessórios em seu interior.

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 5 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea		Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01

4.11 Caixa de Passagem

Caixa enterrada destinada a facilitar a passagem de condutores da rede subterrânea, possibilitando também a execução de testes de descontinuidade nestes condutores.

4.12 Câmara Subterrânea

Edificação de concreto (infra-estrutura civil) em formato cúbico com dimensões específicas, submersa ao solo, destinada a abrigar transformadores e equipamentos elétricos em Rede de Distribuição Subterrânea (RDS).

4.13 Cargas Especiais

Aparelhos elétricos, cujo regime de funcionamento possa causar perturbações ao suprimento normal de energia dos demais Consumidores tais como: motores, máquinas de solda, aparelhos de raios-x; etc.

4.14 Carga Instalada

Soma das potências nominais dos equipamentos elétricos instalados na unidade consumidora, em condições de entrar em funcionamento, expressa em quilowatts (kW).

4.15 Circuito Expresso

Rede de distribuição que atende uma única unidade consumidora.

4.16 Condutor

Produto metálico, e geralmente de seção transversal circular invariável, com comprimento muito maior do que a maior dimensão transversal, utilizado para transportar energia elétrica ou transmitir sinais elétricos.

4.17 Conjunto de Barramento de Distribuição em Baixa Tensão - CBT

Quadro de distribuição de baixa tensão completamente montado, com suas interligações, acessórios e estrutura de suporte, com funções elétricas combinadas, sendo a principal delas a proteção e distribuição dos circuitos secundários oriundos das estações transformadoras.

4.18 Consumidor

Pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, legalmente representada, que solicitar à CONCESSIONÁRIA o fornecimento de energia elétrica ou o uso do sistema elétrico e assumir a responsabilidade pelo pagamento das faturas e demais obrigações fixadas em normas e regulamentos da ANEEL, decorrentes deste atendimento à(s) sua(s) unidade(s) consumidora(s), assim vinculando-se aos contratos de fornecimento, de uso e de conexão ou de adesão, conforme cada caso.

	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 6 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

4.19 Consumidor Especial

Agente da CCEE, da categoria de comercialização, que adquire energia elétrica proveniente de empreendimentos de geração enquadrados no § 5º do art. 26 da Lei no 9.427, de 26 de dezembro de 1996, para unidade consumidora ou unidades consumidoras reunidas por comunhão de interesses de fato ou de direito cuja carga seja maior ou igual a 500 kW e que não satisfaçam, individualmente, os requisitos dispostos nos arts. 15 e 16 da Lei no 9.074, de 7 de julho de 1995.

4.19.1 Consumidor Livre

Agente da CCEE, da categoria de comercialização, que adquire energia elétrica no ambiente de contratação livre para unidades consumidoras que satisfaçam, individualmente, os requisitos dispostos nos arts. 15 e 16 da Lei no 9.074, de 1995.

4.19.2 Consumidor Potencialmente Livre

Pessoa jurídica cujas unidades consumidoras satisfazem, individualmente, os requisitos dispostos nos arts. 15 e 16 da Lei no 9.074, de 1995, porém não adquirem energia elétrica no ambiente de contratação livre.

4.20 Contingência

Perda de equipamentos ou instalações, que provoca ou não violação dos limites operativos ou corte de carga.

4.21 Demanda

Média das potências elétricas ativas ou reativas, solicitadas ao sistema elétrico pela parcela da carga instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado, expressas em quilowatts (kW) e quilovolt-ampère-reativo (kVAr), respectivamente.

4.22 Demanda Máxima

Maior demanda verificada durante um intervalo de tempo especificado.

4.23 Desconectáveis

Acessórios isolados para cabo de potência que permitem sua fácil conexão e desconexão a um equipamento, a uma derivação ou a outro cabo.

4.24 Distribuidora

Agente titular de concessão ou permissão federal, para prestar o serviço público de distribuição de energia elétrica.

4.25 Duto

Tubo destinado a alinhar, direcionar e abrigar condutores elétricos subterrâneos.

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 7 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

4.26 Edificação de Uso Individual

Todo e qualquer imóvel, reconhecido pelos poderes públicos, constituindo uma Unidade Consumidora.

4.27 Empreendimento ou Edificação de Múltiplas Unidades Consumidoras - EMUC

Todo empreendimento ou edificação que possui mais de uma unidade consumidora, em agrupamentos verticais (edificações com mais de um andar, tais como prédios, conjuntos de prédios, casas, comércios, etc.) ou horizontais (conjuntos de casas, condomínios fechados, loteamentos, etc.), de uso residencial, comercial ou misto (residencial e comercial), e que dispõe de área comum de circulação, com instalações elétricas independentes para cada unidade consumidora. Podem ser edificações isoladas, interligadas ou agrupadas no mesmo terreno, incluindo complexos esportivos com academia e lojas, postos de combustíveis com lojas de conveniência, galeria de lojas, etc, e que possua área em condomínio com ou sem utilização de energia elétrica.

4.28 Entrada de Serviço

É o conjunto de equipamentos, condutores e acessórios instalados a partir do ponto de conexão na rede da CONCESSIONÁRIA até a medição. É constituída pelo ramal de ligação e ramal de entrada.

4.29 Estação Transformadora (ET)

Subestação destinada à transformação da tensão primária de distribuição classe 15 kV em tensão secundária de utilização, acrescida de uma ou mais funções de manobra, controle, proteção e distribuição de energia elétrica.

4.30 Fator de Carga

Razão entre a demanda média e demanda máxima da unidade consumidora.

4.31 Fator de Demanda

Razão entre a demanda máxima e a carga instalada correspondente.

4.32 Fator de Potência

Razão entre a energia elétrica ativa e a raiz quadrada da soma dos quadrados das energias elétricas ativa e reativa, consumidas num mesmo período especificado.

4.33 Indicador de Falta

Dispositivo fixado a condutores isolados de média tensão, destinados à sinalização da passagem de correntes eficazes superiores a valores pré-ajustados.

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 8 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

4.34 Inspeção

Fiscalização da unidade consumidora, posteriormente à ligação, com vistas a verificar sua adequação aos padrões técnicos e de segurança da CONCESSIONÁRIA, o funcionamento do sistema de medição e a confirmação dos dados cadastrais;

4.35 Lance

Trecho da linha de dutos compreendido entre duas caixas subterrâneas.

4.36 Linha de dutos

Conduto elétrico enterrado no solo, feito com dutos emendados.

4.37 Lote

Terreno servido de infraestrutura básica cujas dimensões atendam aos índices urbanísticos definidos pelo plano diretor ou lei municipal para a zona em que se situe.

4.38 Loteamento

Subdivisão de gleba de terreno em lotes destinados à edificação, com abertura de novas vias de circulação, de logradouros públicos ou prolongamento, modificação ou ampliação das vias existentes, cujo projeto tenha sido devidamente aprovado pela respectiva Prefeitura Municipal ou, quando for o caso, pelo Distrito Federal.

4.39 Malha de Aterramento

É constituída de eletrodos de aterramento interligados por condutores nus, enterrados no solo.

4.40 Padrão de Entrada

Instalação de responsabilidade e propriedade do consumidor, composta de cabos, eletrodutos, dispositivos de proteção, caixa e acessórios montados de forma padronizada para instalação da medição.

4.41 Poço de Inspeção e Mini Poço de Inspeção

Construção subterrânea em alvenaria, designada para instalação de cabos de média tensão, cabos de baixa tensão, emendas em geral e acessórios para rede subterrânea.

4.42 Ponto de Entrega

Ponto de conexão do sistema elétrico da CONCESSIONÁRIA com as instalações da unidade consumidora, caracterizando-se como o limite de responsabilidade do fornecimento.

4.43 Poste de Transição

Poste limite da rede aérea, a partir do qual são derivados os circuitos subterrâneos.

	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 9 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

4.44 Protetor de Rede Secundária Reticulada

Equipamento de seccionamento em baixa tensão com um relé que comanda o disparo de abertura ou fechamento do seccionador principal em função de ajustes predefinidos de corrente e tensão, respectivamente, monitorando as tensões em ambos os lados de entrada e saída enquanto permanece aberto e monitorando a corrente de carga enquanto na posição de protetor de rede fechado, são destinados à proteção de alimentadores primários e transformadores de distribuição, pela interrupção da inversão do fluxo de potência, é instalado no lado do secundário do transformador em arranjos reticulados. Esse equipamento dispõe ainda de fusíveis limitadores de correntes e de relés de sobrecorrente para proteção da carga a jusante.

4.45 Ramal de Entrada

Conjunto de condutores e acessórios instalados pelo consumidor entre o ponto de entrega e a medição ou a proteção de suas instalações.

4.46 Ramal de Ligação ou de Serviço

Conjunto de condutores e acessórios instalados entre o ponto de derivação da rede da CONCESSIONÁRIA e o ponto de entrega.

4.47 Ramal Secundário

Parte de uma rede secundária derivada de um tronco secundário, para as mesmas finalidades deste.

4.48 Seccionador fusível sob carga

Chave de proteção e manobra tripolar para baixa tensão, caracterizada pela combinação de um seccionador para operação em carga, com dispositivos fusíveis, que se localizam na posição dos contatos móveis do seccionador.

4.49 Subestação Abrigada

Parte de uma instalação elétrica, concentrada numa área definida, cujos equipamentos (transformação, proteção, equipamentos de manobras, controle, medição e proteção, entre outros equipamentos) são instalados inteiramente abrigados das intempéries, situados em edificações ou em cubículos blindados.

4.50 Subestação de Distribuição

Subestação abaixadora que alimenta um sistema de distribuição de 13,8 kV e 34,5 kV.

4.51 Subtransmissão

Linha de distribuição na classe de tensão 72 kV que interliga subestações abaixadoras de 34,5 kV e/ou 13,8 kV.

	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 10 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

4.52 Tronco secundário

Trecho inicial de uma rede secundária derivada de um conjunto de barramento de distribuição em baixa tensão – CBT, a partir do qual podem ser conectados ramais secundários ou ramais de ligação.

4.53 Unidade Consumidora (UC)

Conjunto de instalações e equipamentos elétricos caracterizado pelo recebimento de energia elétrica em um só ponto de entrega, com medição individualizada (condôminos) e/ou coletiva (áreas condominiais comuns), correspondente a um único consumidor, atrelado a um único lote ou unidade predial (residencial, comercial, industrial, propriedade rural e etc...), com delimitação definida.

4.54 Via Pública

É toda parte da superfície destinada ao trânsito público, oficialmente reconhecida e designada por um nome ou número, de acordo com a legislação em vigor.

Nota 1: Os termos “cabo” e “condutor” são utilizados como sinônimos nesta norma, exceto onde a distinção entre eles seja necessária.

Nota 2: Os termos “Poço de Inspeção” e “Mini Poço de Inspeção” possuem funções idênticas, porém com aplicabilidade específica e dimensões diferentes.

5 REFERÊNCIAS

NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão.

NBR 5598 – Eletroduto de aço-carbono e acessórios, com revestimento protetor e rosca BSP.

NBR 5732 – Cimento Portland comum.

NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento.

NBR 6251 – Cabos de potência com isolação extrudada para tensões de 1 kV a 35 kV.

NBR 6323 – Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido – Especificação.

NBR 7211 – Agregados para concreto – Especificação.

NBR 7287 – Cabos de potência com isolação sólida extrudada de polietileno reticulado (XLPE) para tensões de isolamento de 1 kV a 35 kV - Requisitos de desempenho.

NBR 7310 – Armazenamento, transporte e utilização de bobinas com fios, cabos ou cordoalhas de aço.

NBR 7480 – Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado – Especificação.

NBR 8453 – Cruzeta de concreto armado para redes de distribuição de energia elétrica Partes 1,2 e 3.

NBR 9511 – Cabos elétricos - Raios mínimos de curvatura para instalação e diâmetros mínimos de núcleos de carretéis para acondicionamento.

	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 11 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

NBR 10160 – Tampões e grelhas de ferro fundido dúctil - Requisitos e métodos de ensaios.

NBR 11835 – Acessórios isolados desconectáveis para cabos de potência para tensões de 15 kV a 35 kV – Especificação.

NBR 14039 – Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV.

NBR 15465 – Sistemas de eletrodutos plásticos para instalações elétricas de baixa tensão - Requisitos de desempenho.

NBR NM 280 – Condutores de cabos isolados (IEC 60228, MOD).

NR 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade, do Ministério do Trabalho e Emprego.

NR 33 – Segurança e Saúde no Trabalho em Espaços Confinados, do Ministério do Trabalho e Emprego.

AZEVEDO, F. A. Otimização de Rede de Distribuição de Energia Elétrica Subterrânea Reticulada Através de Algoritmos Genéticos. 2010. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná.

6 CRITÉRIOS GERAIS

6.1 Generalidades

A fim de evitar custos elevados e transtornos aos consumidores, pelas modificações ou alterações em redes de distribuição subterrânea, torna-se imprescindível a adoção dos critérios, recomendações e padrões estabelecidos nesta norma técnica.

O projeto da rede de distribuição subterrânea, além de outras vantagens, pode proporcionar:

- a) Máxima vida útil da instalação, evitando que a rede de distribuição tenha um envelhecimento prematuro, respondendo ao crescimento da carga para a qual foi dimensionada;
- b) Obtenção de um maior benefício pelo menor custo operacional, incluindo perdas de energia, custos de condutores, transformadores de distribuição e materiais diversos;

A rede subterrânea deve ser projetada para um horizonte mínimo de 10 anos, seu dimensionamento considera as cargas atuais e as cargas futuras previstas e/ou estimadas em função do uso do solo.

6.2 Padrão de Entrada

Toda unidade consumidora, de uso coletivo ou individual, deve ser atendida através de uma única entrada de energia e em um só ponto de entrega, definido em projeto, a partir da rede de distribuição subterrânea da CONCESSIONÁRIA.

O padrão de entrada, bem como os correspondentes ramais de ligação e entrada da unidade consumidora, deve atender os requisitos estipulados nas normas técnicas da CONCESSIONÁRIA.

Todas as redes projetadas e construídas após o ponto de entrega da unidade consumidora sejam elas aéreas ou subterrâneas, em tensão primária ou secundária, devem obedecer às normas da ABNT e da

	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 12 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

CONCESSIONÁRIA, quando aplicáveis, conforme apresentado no *DESENHO 1*.

6.3 Responsabilidade Técnica

A responsabilidade pela elaboração dos projetos da rede de distribuição subterrânea, executados por terceiros, cabe a profissional legalmente habilitado com formação em engenharia elétrica e registro ativo no sistema CONFEA/CREA.

Da mesma forma, a execução das instalações elétricas e civis por terceiros deve ser conduzida somente por profissional legalmente habilitado, respeitados os mesmos limites impostos para a elaboração do projeto.

Toda responsabilidade deve ser formalizada através da Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) registrada junto ao Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) no estado da federação onde o a obra está sendo executada.

6.4 Acesso às Instalações

Em atendimento ao disposto na NR 10, o trabalho em instalações elétricas somente deve ser executado por profissionais autorizados.

São considerados autorizados os trabalhadores qualificados, habilitados ou capacitados, com anuênciam formal da empresa.

Os trabalhadores que exercem atividades não relacionadas à RDS, devem ser instruídos formalmente com conhecimentos que permitam identificar e avaliar seus possíveis riscos e adotar as precauções cabíveis.

Nota 3: Na RDS, não é permitido o acesso de pessoas inadvertidas.

6.5 Projeto Elaborado por Terceiros

O projeto elaborado por terceiros, deve ser apresentado à CONCESSIONÁRIA para análise e aprovação, sua execução só deve ser realizada após aprovação por parte da CONCESSIONÁRIA.

6.6 Levantamento em Campo

É necessário que o projetista, anteriormente à elaboração do projeto, obtenha junto à CONCESSIONÁRIA, às demais concessões públicas e aos órgãos públicos de interesse, os cadastros da área relativos a todas as outras redes subterrâneas existentes, além de efetuar levantamento em campo para:

- a) Confrontar os dados do cadastro da rede elétrica com o real encontrado no campo e verificar a existência de serviços de outras empresas que podem influenciar no projeto;
- b) Verificar as condições do solo para evitar instalações em áreas inadequadas, tais como locais alagadiços ou sujeitos a inundações;
- c) Verificar as localizações viáveis para a instalação das Estações Transformadoras e das caixas subterrâneas, considerando espaços disponíveis, estética, etc.;
- d) Verificar a existência ou previsão de guias e sarjetas, ou se o alinhamento do arruamento está definido

	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 13 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea		Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01

pelas Administrações Regionais; e

- e) Verificar a melhor localização dos postes de transição.

6.7 Tensões Padronizadas

As tensões nominais padronizadas para a rede de distribuição subterrânea constam na *TABELA A*.

Tabela A – Tensões Padronizadas

TIPO DE REDE	CLASSE DE TENSÃO	TENSÃO NOMINAL
Baixa tensão	1 kV	127/220 V ou 220/380 V
Média tensão	15 kV	13,8 kV
	36,2 kV	34,5 kV

Nota 4: A tensão suportável de impulso atmosférico RDS de média tensão classe 15 kV é 95 kV e para 36,2 kV é 170 kV.

Nota 5: A tensão suportável de impulso atmosférico da RDS secundária (127/220 V ou 220/380 V) é de 6 kV.

6.8 Limites de Fornecimento

O fornecimento de energia elétrica deve ser feito em baixa tensão (BT), para unidades consumidoras com carga instalada igual ou inferior a 75 kW, nos níveis de tensão 127/220 V e 220/380 V.

O fornecimento de energia elétrica deve ser feito em média tensão (MT), nas classes de tensão 15 kV ou 36,2 kV, sem prejuízo do disposto no artigo 12 da Resolução nº 414/2010 da ANEEL, quando a carga instalada da unidade consumidora for superior a 75 kW e a demanda contratada ou estimada pelo interessado, para fornecimento, for igual ou inferior a 2500 kW.

Nota 6: Excetuam-se as unidades consumidoras situadas em área atendida ou com previsão de vir a ser atendida por arranjo reticulado dedicado onde, por necessidade técnica-operacional, apenas o fornecimento em tensão baixa tensão é admitido.

Nota 7: Em região atendida pelos demais tipos de arranjos, o atendimento à unidade consumidora com carga instalada superior a 75 kW, deve ser efetuado em média tensão.

6.9 Prazos de Atendimento

Os prazos máximos para atendimento a diversos serviços relacionados com a elaboração de projeto e construção de RDS constam na *TABELA B*.

Tabela B – Prazos limites para atividades referentes a RDS

ATIVIDADE	TENSÃO DE FORNECIMENTO	TIPO de SERVIÇO	PRAZO (dias)
Análise de projetos elaborados por terceiros, referentes a obras de extensão da rede.	Secundária	Todos	30
	Primária	Todos	30

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 14 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea		Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01

Elaboração, de estudos, orçamentos e projetos, pela CONCESSIONÁRIA.	Secundária	Todos	30
	Primária	Todos	30
Após satisfeitas pelo interessado, as condições da legislação e das normas aplicáveis, a CONCESSIONÁRIA deverá concluir as obras em:	Secundária	Todos	60
	Primária	Apenas ramal	60
		Com extensão de rede $\leq 1\text{ KM}$	120
		Com extensão de rede $> 1\text{ KM}$	Cronograma da CONCESSIONÁRIA

Nota 8: Os prazos mencionados são contados a partir da data do pedido protocolado na CONCESSIONÁRIA.

Nota 9: O prazo para a conclusão das obras será informado ao interessado por escrito.

6.10 Materiais e Equipamentos

Todos os materiais e equipamentos previstos nos projetos e aplicados na construção devem ser de fornecedores homologados e atender as especificações da CONCESSIONÁRIA ou, na falta destas, da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

6.11 Simbologia Padronizada

Na elaboração dos projetos devem ser obedecidos os símbolos e convenções constantes dos *DESENHO 3*.

Havendo necessidade de utilização de outros símbolos e convenções não previstos nesta norma, é exigida a indicação de sua respectiva legenda, nas plantas referentes aos projetos.

6.12 Determinação da Demanda

Os procedimentos para determinação dos valores da demanda estão descritos a seguir, em função do tipo de unidade consumidora a ser atendida.

6.12.1 Loteamentos Residenciais

Para unidades consumidoras residenciais em loteamentos, adotar os valores mínimos de demanda diversificada indicados na *TABELA C*. Dos quais são funções de consumo de energia estimado.

Tabela C – Demanda Diversificada para Loteamentos Residenciais

Área do terreno (m ²)	Demandam individual diversificada (kVA)	Área do terreno (m ²)	Demandam individual diversificada (kVA)
150	1,96	400	3,27
160	2,02	410	3,32
170	2,07	420	3,37
180	2,13	430	3,42
190	2,18	440	3,47

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 15 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea		Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01

Área do terreno (m ²)	Demandas individuais diversificadas (kVA)	Área do terreno (m ²)	Demandas individuais diversificadas (kVA)
200	2,24	450	3,52
210	2,29	460	3,56
220	2,34	470	3,61
230	2,40	480	3,66
240	2,45	490	3,71
250	2,50	500	3,76
260	2,55	510	3,78
270	2,61	520	3,81
280	2,66	530	3,83
290	2,71	540	3,86
300	2,76	550	3,88
310	2,81	560	3,90
320	2,86	570	3,93
330	2,91	580	3,95
340	2,97	590	3,98
350	3,02	600	4,00
360	3,07	601 a 1200	7,00
370	3,12	1201 a 2000	10,00
380	3,17	Acima de 2000	14,00
390	3,22	Ídem acima	Ídem acima

6.12.2 Centros Comerciais

A carga de centros comerciais deve ser informada pelo projetista responsável pelo empreendimento. A *TABELA D* indica os valores das demandas para centros comerciais a serem consideradas, as quais são funções do consumo de energia estimado.

Tabela D – Demanda para Centros Comerciais

CONSUMO ESTIMADO (kWh)	DEMANDA DIVERSIFICADA (kVA)	DEMANDA DIVERSIFICADA (kW)
Até 1000	3	3
De 1001 a 2000	6	5
De 2001 a 4000	11	7
De 4001 a 5000	14	9
De 5001 a 6000	18	12
De 6001 a 7000	21	14
De 7001 a 8000	24	16
De 8001 a 9000	27	18
De 9001 a 10000	30	20

	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 16 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

6.12.3 Edifícios Residenciais de Uso Coletivo

A estimativa de demanda deve ser informada junto com a solicitação do interessado e ter sido calculada em conformidade com a NT.004 – FORNECIMENTO DE MULTIPLAS UNIDADES CONSUMIDORA.

6.12.4 Unidades Consumidoras Individuais

6.12.4.1 Unidades atendidas em baixa tensão

A estimativa de demanda para unidades consumidoras individuais dos tipos residencial, comercial ou industrial, será informada junto com a solicitação do interessado e deve ser calculada em conformidade com a NT.001 – FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA EM BAIXA TENSÃO.

6.12.4.2 Unidades atendidas em média tensão

Para cálculo da demanda de unidades consumidoras atendidas em média tensão, ver a metodologia adotada na norma NT.002 – FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA EM MÉDIA TENSÃO 15 E 36,2 KV.

7 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E CONSTRUTIVAS

7.1 Rede de Distribuição Subterrânea - RDS

Uma rede de distribuição subterrânea (RDS) é um conjunto de redes elétricas instaladas em bancos de dutos, com equipamentos e materiais associados, instalados sob a superfície do solo e destinados à distribuição de energia elétrica, sendo que as RDS podem ser dos tipos semi-enterrada ou enterrada.

7.1.1 RDS Semi-enterrada

Rede de distribuição subterrânea que possui cabos enterrados diretamente no solo ou protegidos por uma infra-estrutura civil (composta por bancos de dutos, caixas de passagem, poços de inspeção e câmaras subterrâneas) e os equipamentos são instalados sobre o solo.

7.1.2 RDS Enterrada

Rede de distribuição subterrânea que possui cabos enterrados diretamente no solo ou protegidos por uma infra-estrutura civil (composta por bancos de dutos, caixas de passagem, poços de inspeção e câmaras subterrâneas) e os equipamentos também são enterrados do solo, instalados e protegidos por uma infra-estrutura civil.

7.2 Tipos de Arranjos de Rede de Distribuição Subterrânea (RDS)

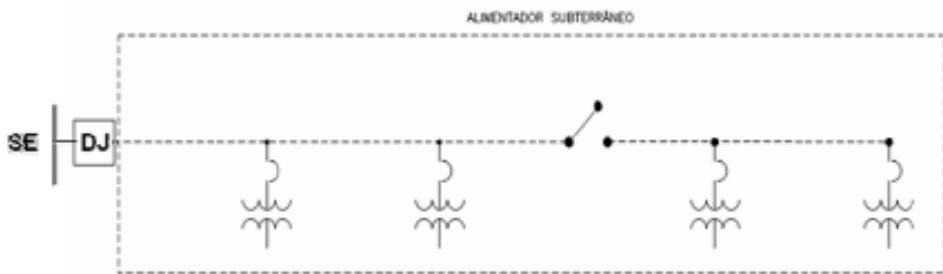
7.2.1 Arranjo Radial Simples

Sistema de distribuição subterrâneo em tensão primária ou secundária, constituído de uma linha principal com fluxo de energia em sentido único fonte-cargas, com ou sem derivações e sem recursos de manobras, como chaves ou seccionadores para interligação com outros circuitos de mesma tensão de operação. Configuração

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 17 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

muito utilizada nas redes secundárias e alguns casos específicos em rede primária, é mais comumente aplicada nos sistemas aéreos que tem maior facilidade de localização de defeito e recomposição do sistema elétrico quando comparado com as redes subterrâneas. Indicada para aplicação em sistemas de baixíssima densidade de carga e onde não existe possibilidade de interligação com outros circuitos supridos pela mesma ou outra fonte.

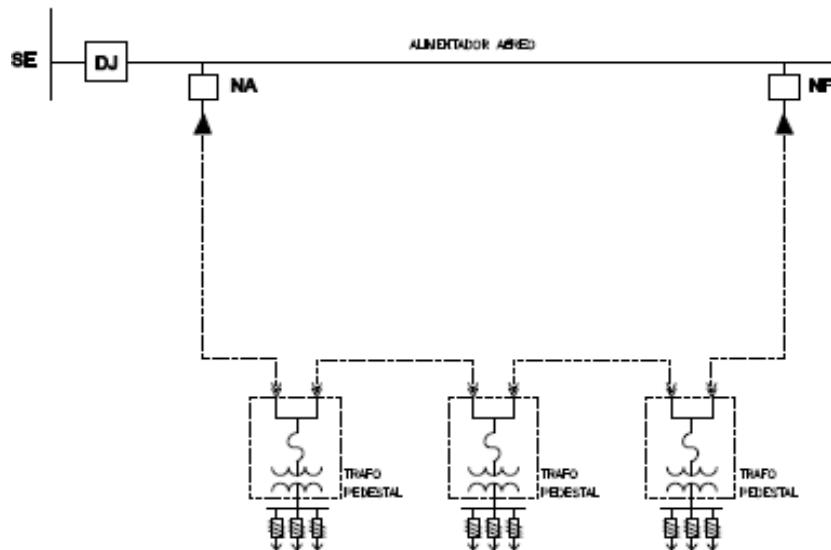
Figura 1 - Arranjo primário em radial simples



7.2.2 Arranjo Radial de Distribuição Residencial Subterrâneo (DRS)

Sistema de distribuição residencial subterrâneo do tipo radial, onde o ramal primário em anel aberto, é derivado de um alimentador aéreo e se estende conectando-se através das estações transformadoras em Pedestal (pad mounted). Configuração aplicada com redes do tipo semi-enterradas, não são dimensionadas para atendimento de toda carga por qualquer lado do anel aberto por tempo indeterminado. Não oferece grande confiabilidade ao sistema devido, por estar conectada, geralmente a um único ramal aéreo. Trata-se de um sistema que tem finalidade exclusivamente estética e é indicado para aplicação em condomínios e loteamentos residenciais com baixa densidade de carga e onde é requerida a retirada da rede aérea por conveniência estética.

Figura 2 - Arranjo radial de distribuição residencial subterrânea



7.2.3 Arranjo Radial em Anel Aberto

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 18 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

Sistema de distribuição subterrâneo, também chamado de Open-Loop System, é constituído por dois ou mais alimentadores radiais interligados por chave normalmente aberta (NA), que em caso de necessidade de executar manobras no circuito para reparos ou serviços em rede desenergizada, permite o seccionamento de pequenos trechos da rede diminuindo o impacto de desligamentos sobre todos os consumidores do respectivo sistema durante o tempo necessário aos serviços de manutenção.

Estes sistemas não são dimensionados para atendimento de toda carga por apenas um dos alimentadores por tempo indefinido. No caso de manobras de interligação ou transferência da carga em blocos de carga, do alimentador oposto, há necessidade de se avaliar a condição da carga durante os períodos envolvidos, pois pode ser necessário efetuar o corte de algumas cargas, sob pena de se incorrer em violação dos patamares regulatórios de continuidade do fornecimento e de qualidade do nível de tensão.

Em alguns casos especiais, onde é desejado manter um alto nível de confiabilidade, estes anéis podem ser operados com a chave NA continuamente fechada, mantendo o anel fechado, para tanto, é necessário que a proteção elétrica seja projetada e ajustada para minimizar os efeitos do desligamento em caso de defeitos no sistema elétrico. Esta configuração é considerada como a mais simples para aplicação em uma rede subterrânea e é necessária para manter ligados os consumidores dos trechos que seriam afetados por um desligamento num ramal adjacente. A sua aplicação é indicada para atendimento em áreas com média densidade de carga.

As figuras 3 e 4 mostram os arranjos em anel aberto para o primário e secundário, respectivamente.

Figura 3 - Arranjo radial primário em anel aberto

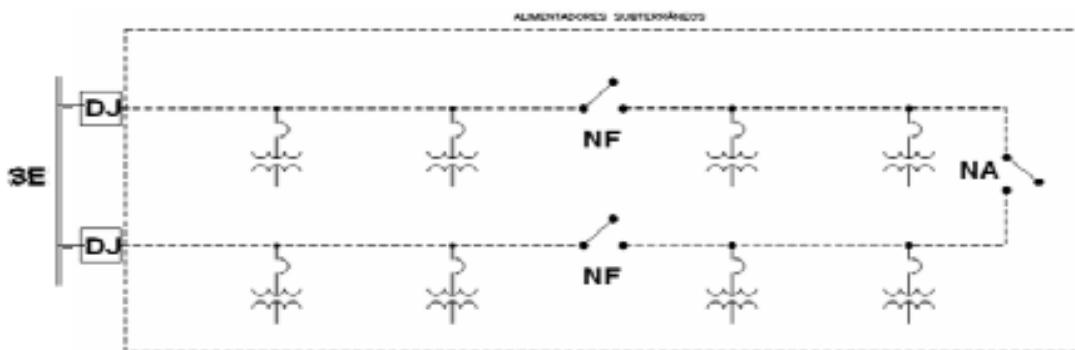
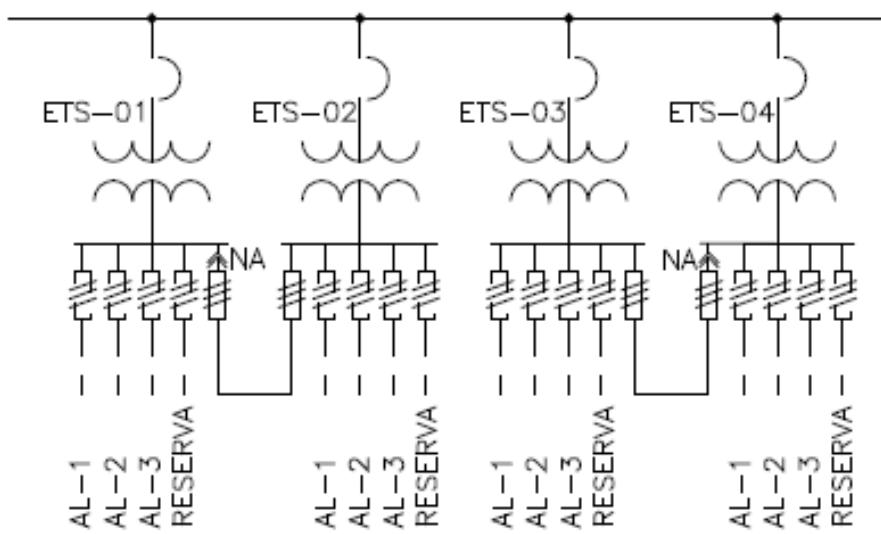


Figura 4 - Sistema radial secundário em anel aberto

Título: Redes de Distribuição Subterrânea

 Código:
 NT.019.EQTL.Normas e
 Padrões

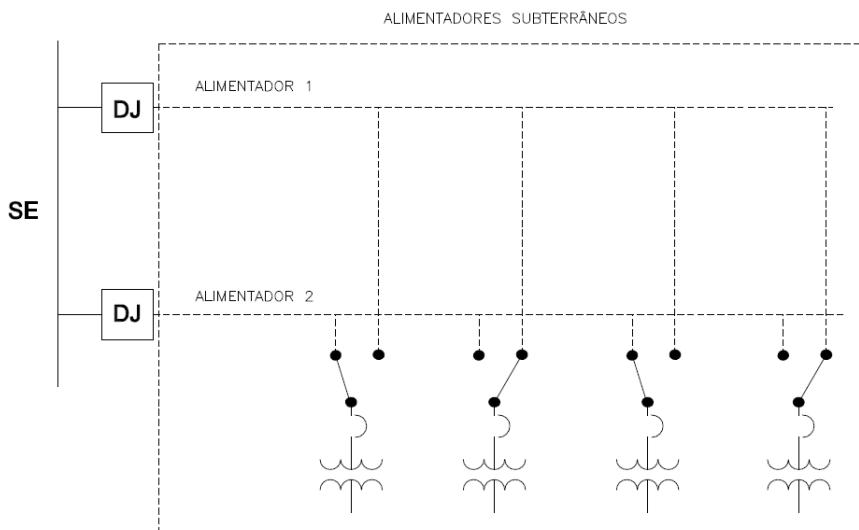
 Revisão:
 01


7.2.4 Arranjo Primário Seletivo

Sistema de distribuição subterrâneo, constituído por pelo menos dois alimentadores radiais, denominados principal e reserva, preferencialmente de subestações distintas, ou de barras distintas de uma mesma subestação, que são projetados para atendimento da carga por um ou por outro alimentador em tempo integral. Nestes casos, o circuito reserva pode receber a transferência, podendo ser transferência automática, de toda ou parte da carga do alimentador principal sem restrições de tempo ou carga e/ou com limitações de tensão de fornecimento. Esta configuração é indicada para aplicação em locais com média e alta densidade de carga.

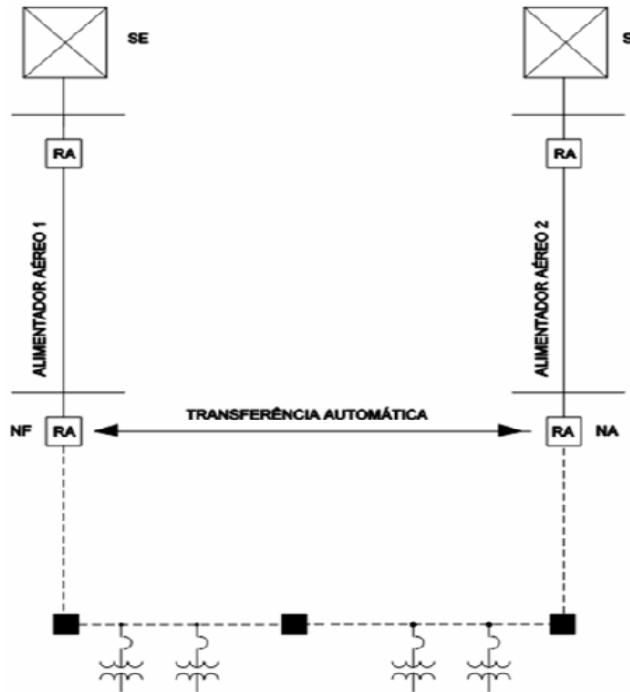
A figura 5 mostra a configuração com dois alimentadores primários subterrâneos suprindo cada transformador com chave de transferência automática. A figura 6 mostra a transferência automática da RDS suprida por dois alimentadores aéreos.

Figura 5 - Arranjo primário seletivo subterrâneo



equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 20 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

Figura 6 - Arranjo primário seletivo misto aéreo/subterrâneo

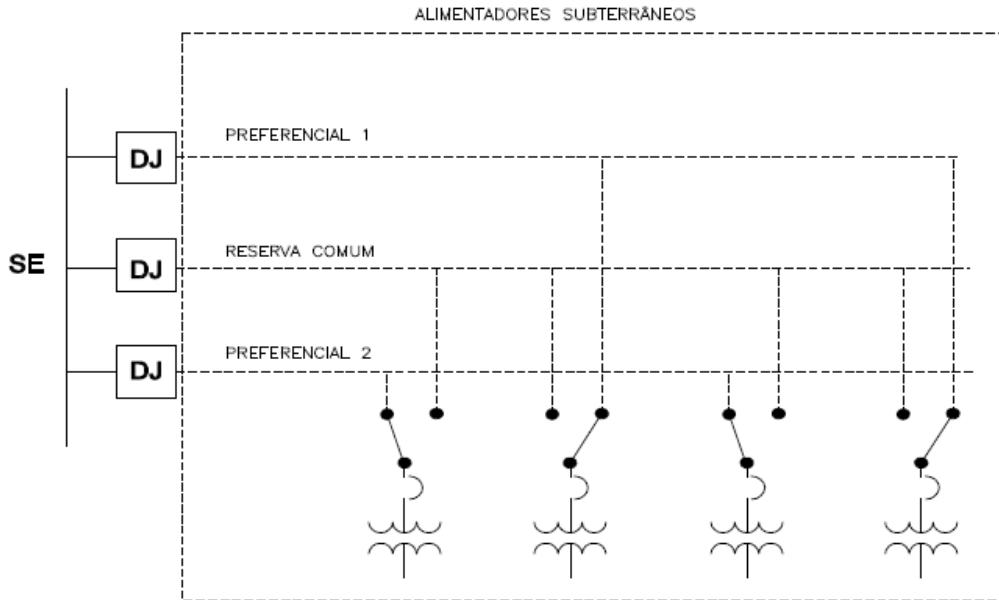


A figura 7 mostra um tipo de arranjo primário seletivo, ou arranjo duplo radial composto de dois alimentadores preferenciais (principais) e um reserva. O alimentador reserva é projetado para atendimento da carga de qualquer um dos alimentadores preferenciais em tempo integral. Nestes casos, o circuito reserva pode receber a transferência total ou parcial da carga de cada alimentador preferencial (principal) sem restrições de tempo ou carga e/ou com limitações de tensão de fornecimento.

Os dois alimentadores primários preferenciais e um reserva, são configurados de tal forma onde cada transformador é conectado através de uma chave de transferência ao seu alimentador preferencial e ao reserva. Esta configuração é indicada para aplicação em locais com média e alta densidade de cargas.

Figura 7 - Arranjo primário seletivo com reserva comum

	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 21 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	



7.2.4.1 Arranjo Primário Seletivo Dedicado

Arranjo primário seletivo que atende cargas concentradas elevadas.

7.2.4.2 Arranjo Primário Seletivo Generalizado

Arranjo primário seletivo que atende cargas esparsas.

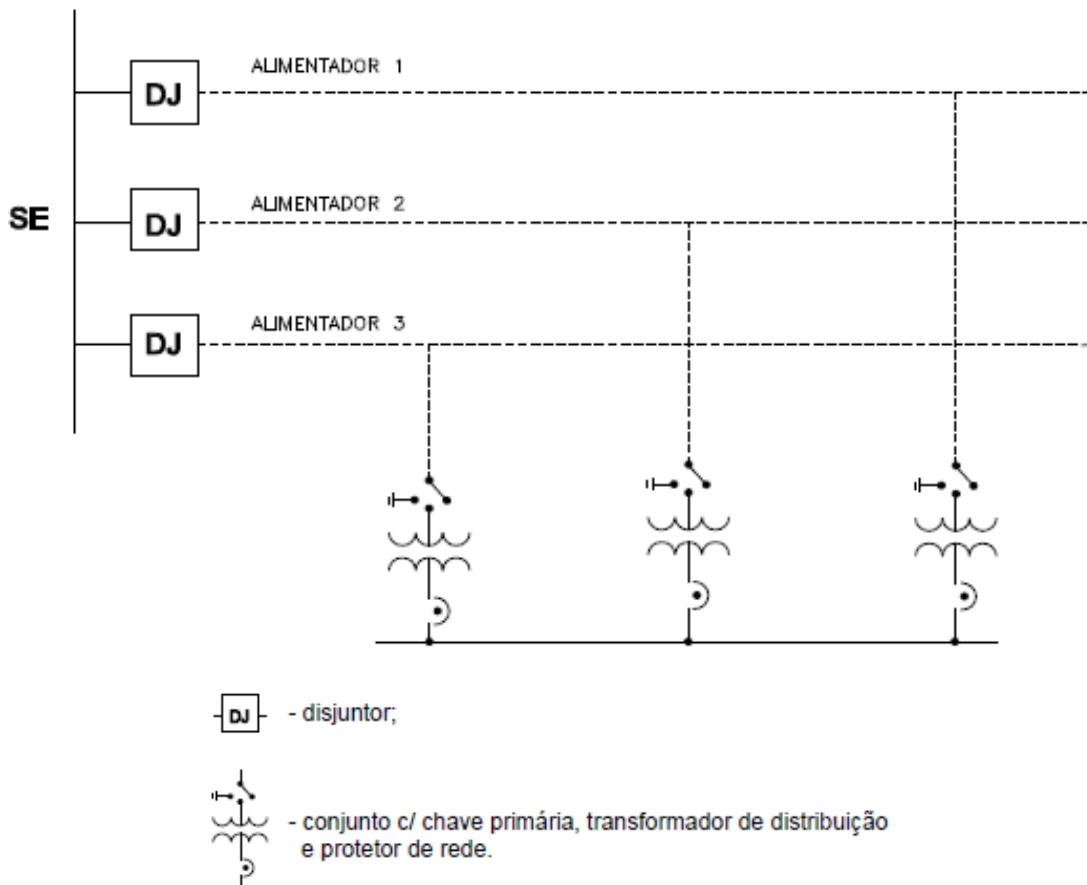
7.2.5 Arranjo Reticulado Dedicado (Spot Network)

Sistema de distribuição subterrâneo no qual um protetor de reticulado possibilita que um grupo de transformadores, alimentados por um número definido de alimentadores primários que operam continuamente em paralelo, supra um barramento secundário de onde derivam circuitos radiais, para atendimento com altíssima confiabilidade das cargas em baixa tensão.

Composto por duas seções, sendo a média tensão conectada da subestação aos transformadores de distribuição através de alimentadores radiais, e a baixa tensão é um barramento de atendimento único. Esta configuração de média e baixa tensão, aumenta a confiabilidade do sistema Spot Network, pois, com mais de um alimentador primário, pode-se obter um barramento secundário quase sem desligamentos. A confiabilidade do sistema Spot Network é considerada menor que do sistema Network devido à diferença na quantidade de alimentadores no lado primário, ou seja, quanto maior o número de alimentadores atendendo um Spot Network maior será a sua confiabilidade. Os desligamentos no lado primário de um respectivo alimentador não são sentidos no lado secundário devido à permanência dos demais alimentadores ainda ligados em paralelo, porém, desligamentos por defeitos no barramento secundário comprometem o atendimento de toda a sua carga. O sistema reticulado dedicado é indicado para atendimento de altas concentrações de carga, como prédios comerciais e grandes consumidores numa região com alta densidade de carga já atendida por um sistema reticulado generalizado de distribuição.

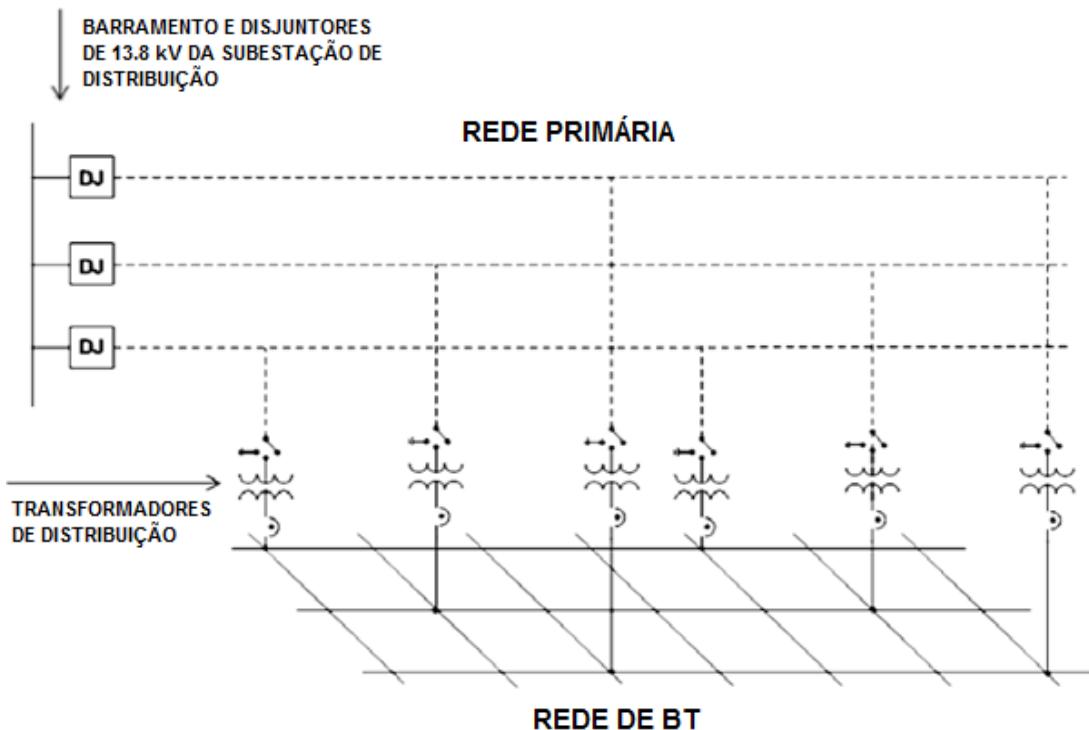
equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 22 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

Figura 8 - Arranjo reticulado dedicado



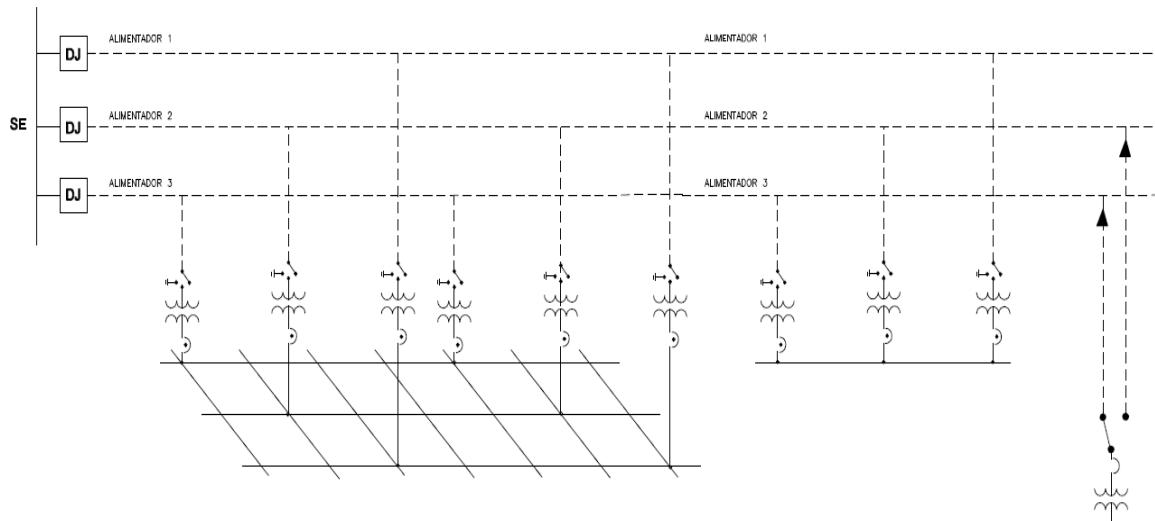
7.2.6 Arranjo Secundário Reticulado Generalizado (Network)

Sistema secundário de distribuição composto por duas seções, a média tensão conectada da subestação aos transformadores de distribuição através de alimentadores radiais que operam continuamente em paralelo, e a baixa tensão é um único circuito secundário distribuído pelas ruas e quadras formando uma grande malha secundária de energia de altíssima confiabilidade para atendimento de cargas predominantemente conectadas em baixa tensão. Esta configuração de média e baixa tensão é importante para aumentar a confiabilidade da rede, pois, somente com um grande número de alimentadores no lado primário, pode-se garantir uma rede secundária quase sem desligamentos. Os desligamentos no lado primário de um respectivo alimentador não são sentidos no lado secundário devido à permanência dos demais alimentadores em paralelo ainda ligados, porém, desligamentos na rede secundária ficam restritos à ocorrência de defeitos nos cabos e conexões de baixa tensão. Para tanto, cada ramo da rede de baixa tensão é protegido por fusíveis, que no caso de defeito nos ramais de baixa tensão, o desligamento fica limitado somente ao respectivo trecho secundário. O sistema primário de alimentação do sistema Network até os transformadores é também utilizado para atendimento de prédios através do sistema reticulado dedicado e o secundário reticulado é indicado para atendimento de regiões com alta densidade de carga distribuída em tensão secundária de distribuição.

Figura 9 - Arranjo secundário reticulado generalizado


7.2.7 Arranjos Híbridos

São sistemas que combinam diferentes formas de atendimento, devido à necessidade de atendimentos que melhor atenda às necessidades dos clientes. As cargas são agrupadas de acordo com a confiabilidade adequada e, portanto, atendidas por um sistema que proporcione o nível de confiabilidade e custo compatíveis.

Figura 10: Arranjo híbrido


equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 24 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea		Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01

Os arranjos padronizados para redes de distribuição subterrâneas são mostrados na *TABELA E*.

Tabela E - Arranjos Padronizados de RDS

TIPO DE REDE	TENSÃO NOMINAL	TIPO DE ARRANJO
Média Tensão	34,5 kV	Radial Simples
		Radial DRS
	13,8 kV	Radial simples
		Radial DRS
		Primário Seletivo
		Primário em anel aberto
		Reticulado dedicado
Baixa Tensão	127/220 V ou 220/380 V	Radial Simples

7.3 Desconectáveis

Acessórios isolados para cabo de potência que permitem sua fácil conexão e desconexão a um equipamento, a uma derivação ou a outro cabo.

7.3.1 Adaptador de Cabo (AC)

Acessório destinado a estabelecer a ligação entre o cabo de energia e o Terminal Básico Blindado (TBB).

7.3.2 Bucha de ligação de equipamento (BLE)

Acessório destinado a estabelecer uma interface entre um acessório desconectável e um equipamento.

7.3.3 Barramento Quadruplex (BQ)

Acessório destinado a conectar ou desconectar sem tensão, quatro cabos elétricos com o uso de Terminal Desconectável Cotovelo (TDC) ou Terminal Desconectável Reto (TDR) para promover uma derivação de até 200 A.

7.3.4 Barramento Triplex (BT)

Acessório destinado a conectar ou desconectar sem tensão, três cabos elétricos com o uso de Terminal Desconectável Cotovelo (TDC) ou Terminal Desconectável Reto (TDR) para promover uma derivação de até 200 A.

7.3.5 Conector do Terminal Básico (CTB)

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 25 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

Acessório destinado a estabelecer a conexão elétrica do cabo de energia com o Terminal Básico Blindado (TBB).

7.3.6 Dispositivo de Aterramento (DA)

Acessório destinado a aterrarr eletricamente a blindagem de um cabo de potência terminado com um acessório isolado desconectável.

7.3.7 Módulo Isolante Blindado (MIB)

Acessório destinado a servir de extensão para o Terminal Desconectável Cotovelo (TDC) ou Terminal Desconectável Reto (TDR) e permitir a execução de emendas retas desconectáveis.

7.3.8 Plugue de Aterramento (PA)

Acessório destinado a aterrarr eletricamente um cabo terminado com acessório Terminal Desconectável Cotovelo (TDC) ou Terminal Desconectável Reto (TDR).

7.3.9 Plugue de Conexão (PC)

Acessório destinado a estabelecer a conexão entre dois Terminais Básicos Blindados (TBB).

7.3.10 Plugue Isolante Blindado (PIB)

Acessório destinado a blindar eletricamente e manter a estanqueidade dos terminais Terminal Básico Blindado (TBB), Terminal Desconectável Cotovelo (TDC) ou Terminal Desconectável Reto (TDR), quando estes estiverem desconectados da rede.

7.3.11 Plugue de Redução (PR)

Acessório utilizado para estabelecer a interligação da linha de 600 A, com a linha de 200 A.

7.3.12 Plugue de conexão dupla de equipamento (PC2)

Acessório destinado a estabelecer duas derivações a partir da Bucha de Ligação de Equipamento (BLE).

7.3.13 Receptáculo Isolante Blindado (RIB)

Acessório destinado a manter isolados e blindados pontos de conexão de acessórios com o Barramento Triplex (BT) e com a Bucha de Ligação de Equipamento (BLE), quando não utilizados.

7.3.14 Terminal Básico Blindado (TBB)

Acessório destinado a estabelecer uma ou mais derivações de até 600 A.

7.3.15 Terminal Desconectável Cotovelo (TDC)

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 26 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

Acessório utilizado em derivações com Barramento Quadruplex (BQ), Barramento Triplex (BTX) ou Terminais Básicos Blindados (TBB) e em conexões a equipamentos, onde o eixo do cabo é axial ao eixo da bucha de ligação do equipamento.

7.3.16 Terminal Desconectável Reto (TDR)

Acessório utilizado em derivações com Barramento Quadruplex (BQ), Barramento Triplex (BT) ou Terminais Básicos Blindados (TBB) e em conexões a equipamentos, onde o eixo do cabo é axial ao eixo da bucha de ligação do equipamento.

7.4 Projeto Elétrico da Rede de Baixa Tensão

7.4.1 Concepção Básica

7.4.1.1 Os circuitos de baixa tensão devem ser trifásicos a 4 fios (3 fases + neutro) e radiais simples, derivados de conjuntos de barramento de distribuição em baixa tensão – CBT.

Nota 10: A Estação Transformadora em Pedestal com potência inferior a 150 kVA não faz uso do CBT. Neste caso, o circuito secundário deriva diretamente do seccionador fusível sob carga.

7.4.1.2 Cada circuito deve, sempre que possível ser instalado em um duto exclusivo.

7.4.1.3 Os condutores fase e neutro são unipolares, constituídos por condutores de cobre, têmpera mole, encordoamento classe 2, com isolação em XLPE (polietileno reticulado) com isolamento para 0,6/1 kV, cobertura de PVC (cloreto de polivinila) e temperatura para serviço contínuo de 90°C.

Nota 11: O condutor neutro deve possuir a mesma seção dos condutores fase.

7.4.1.4 As seções dos condutores aplicáveis na BT padronizados, constam na *TABELA 3*, a qual apresenta também a queda de tensão unitária.

Nota 12: F.P. (Fator de Potência) de 0,8 é utilizado para unidades consumidoras esparsas e de 0,92 para unidade consumidora individual.

Nota 13: A capacidade de condução de corrente foi calculada considerando a resistência térmica do solo igual a 2,5 K.m/W. Para valores diferentes, aplicar o correspondente fator de correção indicado na NBR 5410.

7.4.1.5 Ao longo da linha de dutos, o raio mínimo de curvatura do cabo é de 5 vezes o seu diâmetro externo nominal.

7.4.1.6 As emendas nos condutores podem ser do tipo retas fixas enfaixadas, contráteis a frio, ou ainda desconectáveis utilizando o barramento múltiplo isolado.

Nota 14: Onde for previsto derivação futura, a emenda deve ser do tipo desconectável.

Nota 15: As emendas nos condutores, só poderão ser feitas no trecho compreendido dentro das caixas de passagens. Não sendo permitida emendas de condutores ao longo dos dutos.

7.4.1.7 Em toda caixa onde seja prevista a ligação de unidades consumidoras, deve ser conectado à rede de baixa tensão um barramento múltiplo isolado (BMI), conforme ilustra o *DESENHO 4*.

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 27 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea		Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01

7.4.1.8 Na rede de baixa tensão, pode ser previsto o compartilhamento do banco de dutos com empresas de outros serviços de terceiros, tais como telefonia, segurança bancária, sinalização de trânsito, emissoras de comunicação, TV a cabo e outros, desde que sejam utilizados dutos distintos, a **SEGURANÇA/CAUTELA** na execução dos serviços e a **COMUNICAÇÃO** seja mantida com a **CONCESSIONÁRIA**, quando do acesso destes terceiros aos dutos, canaletas, caixas, galerias e outros.

7.4.1.9 Por questões de segurança, não é permitida a instalação de circuitos secundários alimentados por transformadores diferentes num mesmo banco de dutos.

7.4.2 Traçado da rede de baixa tensão

7.4.2.1 O traçado e o dimensionamento da rede de BT devem ser feitos de tal forma a minimizar os custos de implantação, perdas, operação e manutenção, dentro do horizonte de projeto.

7.4.2.2 Os dutos da rede de baixa tensão devem ser instalados nos passeios/calçadas e fora de terreno de terceiros.

7.4.2.3 Deve ser evitada ao máximo a interferência das redes de distribuição com outras instalações, das quais devem manter um afastamento mínimo indicado na *TABELA 18*.

7.4.2.4 Quando há linhas de outros serviços no mesmo passeio/calçada, a rede elétrica deve ficar, preferencialmente, entre as mesmas e a via de circulação de veículos.

7.4.2.5 Caixas subterrâneas instaladas nos passeios/calçadas, para derivações de ramais de entrada, devem ser localizadas, na direção das linhas de divisas das propriedades.

7.4.2.6 Havendo unidades consumidoras a serem atendidas em ambos os lados da via de circulação de veículos, o traçado típico da rede deve acompanhar o disposto no *DESENHO 5*.

7.4.3 Dimensionamento do Circuito de Baixa Tensão

7.4.3.1 No dimensionamento dos circuitos devem-se levar em consideração as seguintes premissas:

- a) Queda de tensão máxima entre o transformador e o ponto mais desfavorável do circuito é de 5% para horizonte de projeto;
- b) Fator de potência de 0,80 quando do atendimento a um grupo de unidades consumidoras esparsas e 0,92 quando do atendimento a uma unidade consumidora individual;
- c) Cargas trifásicas equilibradas;
- d) Demanda de cada instalação estimada de acordo com o item 6.13;
- e) Cargas monofásicas divididas igualmente entre as três fases.

7.4.3.2 Os cálculos de quedas de tensão devem ser feitos baseando-se nos parâmetros elétricos indicados nas *TABELAS 5 e 6*.

Nota 16: Para o atendimento a unidade consumidora individual, os *DESENHOS 49 e 50* possibilitam a escolha da seção do condutor de baixa tensão em função da corrente do circuito, considerando a queda de tensão máxima de 5%.

7.4.3.3 Independentemente da limitação da queda de tensão, nenhum ponto da rede de baixa tensão pode situar-se a mais de 400 m da Estação Transformadora.

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 28 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

7.4.3.4 Os condutores de um único circuito devem ser instalados em um único duto.

7.4.3.5 As seções dos condutores devem ser escolhidas em função da sua utilização, como indicado na **TABELA 4**.

7.4.4 Ramal de Ligação

7.4.4.1 A instalação dos ramais de ligação subterrâneos é feita exclusivamente pela CONCESSIONÁRIA, a partir de uma caixa subterrânea, por ela designada.

7.4.4.2 Os condutores do ramal de ligação devem ser instalados em dutos, não podendo passar sob terrenos de terceiros e nem apresentar emendas.

7.4.4.3 Os condutores devem ser contínuos desde o ponto de derivação até o ponto de entrega do padrão de entrada da unidade consumidora.

7.4.4.4 O ramal de ligação subterrâneo deve ser instalado, preferencialmente, pela frente da edificação.

7.4.4.5 No caso de edificações situadas em esquinas, é permitida a ligação por qualquer um dos lados da propriedade.

7.4.4.6 Para uma melhor alocação das caixas de passagem, o projeto deve prever o local de instalação do padrão de entrada de cada lote, que deve estar situado em uma de suas divisas com o terreno vizinho e adjacente ao passeio/calcada.

7.4.4.7 O comprimento máximo admitido para os ramais de ligação é de 30 metros, medidos a partir do ponto de derivação da rede subterrânea até o ponto de entrega.

7.4.4.8 O duto do ramal de ligação deve ser tão retilíneo quanto possível, evitando-se cortar os passeios e pistas de rolamentos em sentido diagonal. Deve apresentar uma inclinação mínima de 1% no sentido de uma das caixas, de tal forma que quando for executada a drenagem das caixas, não haja acúmulo de água nos dutos.

7.4.4.9 Visando futuras manutenções e facilidade na execução das conexões, deve ser prevista uma folga de 1 metro em cada condutor do ramal de ligação na caixa onde for executada a sua derivação.

7.4.4.10 Os ramais de ligação com seção até 25 mm², são conectados ao barramento múltiplo isolado (BMI).

7.4.4.11 Os ramais de ligação, para alimentação de unidades consumidoras atendidas com condutores de seção superior a 25 mm², devem ser conectados diretamente ao CBT.

7.4.4.12 O ramal de ligação pode ser derivado diretamente da proteção de baixa tensão do transformador da Estação Transformadora, sem necessidade do CBT, desde que o transformador alimente somente este ramal (entrada única).

7.4.4.13 Deve ser instalada fita de advertência acima da linha de duto, de acordo com as orientações dos **DESENHOS 6 e 16**.

7.4.4.14 Os ramais de ligação monofásicos devem ser distribuídos entre as fases da rede da qual derivam, de modo a equilibrar as correntes, sendo essa distribuição identificada no projeto.

7.4.5 Sistema de Aterramento

7.4.5.1 Na rede de baixa tensão o esquema de aterramento utilizado é o TN-C, conforme previsto na NBR 5410. Nesse esquema, o ponto neutro da alimentação na ET se encontra diretamente aterrado, e a partir dele

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 29 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

origina o condutor chamado neutro, com função combinada de condutor de proteção (PEN), que percorre todo o traçado da rede de baixa tensão correspondente, até a última unidade consumidora.

7.4.5.2 Cada circuito de baixa tensão possui seu respectivo condutor neutro.

7.4.5.3 O condutor neutro deve ser isolado e possuir a mesma seção dos condutores fase do circuito correspondente.

7.4.5.4 Na extremidade do tronco em baixa tensão, no interior da última caixa subterrânea, deve ser instalada uma haste de aterramento do tipo aço cobreado de 16 mm de diâmetro e 2.400 mm de comprimento, enterrada na posição vertical no centro da caixa, onde o condutor neutro deve ser conectado. Quando se tratar de circuito expresso, a haste de aterramento faz parte do padrão de entrada da unidade consumidora, conforme preceitua a NT.001, dispensando assim sua instalação na rede subterrânea.

7.4.6 Aterramento temporário

7.4.6.1 Na rede de baixa tensão, são previstos pontos para realização do aterramento temporário nos seguintes locais:

a) No barramento múltiplo isolado, tanto de fase quanto de neutro.

No caso, o aterramento é efetuado, cravando um dos terminais do conjunto de aterramento rápido temporário para cubículo de baixa tensão no solo e os demais no barramento múltiplo isolado.

Caso o barramento múltiplo isolado não contenha saída disponível para a conexão do terminal do aterramento, uma das U.C. deve ser desligada no barramento para permitir essa ligação. Os condutores desligados devem, por sua vez, serem devidamente aterrados.

b) No CBT da ET.

c) No padrão de entrada da U.C.

Nos dois últimos casos, o aterramento também é efetuado com o uso do conjunto de aterramento rápido temporário para cubículo de baixa tensão.

7.5 Projeto Elétrico da Rede de Média Tensão

7.5.1 Concepção básica

7.5.1.1 Os circuitos de média tensão devem ser constituídos de 3 fases.

7.5.1.2 Os condutores fase devem ser agrupados na configuração em trifólio ou em plano horizontal. Neste último caso, cada condutor é instalado em um duto individual, já em trifólio a instalação é feita em um único duto, ocorrendo um menor aquecimento em decorrência da compensação dos campos elétricos.

Nota 17: A TABELA 14 possibilita selecionar o tipo de configuração a ser utilizada.

7.5.1.3 Os cabos são unipolares, constituídos por condutores blindados de cobre, têmpera mole, encordoamento classe 2, com isolamento em XLPE, com cobertura de PVC e temperatura para serviço contínuo de 90°C. A tensão de isolamento é de 8,7/15 kV e 20/35 kV para utilização em circuito com tensão nominal de 13800 V e 34500 V, respectivamente.

7.5.1.4 As seções dos condutores de cobre classes 15 kV e 36,2 kV padronizadas constam nas *TABELAS*

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 30 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

5 e 6, que apresentam a queda de tensão.

Nota 18: F.P (fator de potência) de 0,8 é utilizado para unidades consumidoras esparsas e de 0,92 para unidade consumidora individual.

Nota 19: A capacidade de condução de corrente foi calculada considerando a resistência térmica do solo igual a 1K.m/W. Para valores diferentes, aplicar o correspondente fator de correção indicado na NBR 14039.

7.5.1.5 O raio mínimo de curvatura do cabo é de 12 vezes o seu diâmetro externo nominal.

7.5.1.6 As emendas nos condutores podem ser do tipo reta fixa enfaixadas, contráteis a frio, ou ainda desconectáveis.

Nota 20: Onde for previsto derivação futura, a emenda deve ser do tipo desconectável.

7.5.1.7 Em todo banco de duto deve ser instalado um único condutor de proteção de cobre nu, diretamente enterrado abaixo da linha de dutos, acompanhando todo o traçado da rede de média tensão.

7.5.1.8 Na rede de média tensão também pode ser previsto o compartilhamento do banco de dutos com empresas de outros serviços de terceiros, tais como telefonia, segurança bancária, sinalização de trânsito, emissoras de comunicação, TV a cabo e outros, desde que sejam utilizados dutos distintos.

7.5.1.9 São previstos cinco arranjos para o circuito de média tensão, sendo eles:

- a) Radial simples;
- b) Radial DRS;
- c) Primário seletivo;
- d) Primário em anel aberto; e
- e) Reticulado dedicado.

7.5.2 Arranjo Radial Simples

7.5.2.1 Campo de Aplicação

a) Este arranjo é normalmente utilizado na ligação de cargas urbanas ou suburbanas, para as quais há algum impedimento ou impossibilidade de atendimento pela rede aérea convencional, devido a:

- Necessidades estéticas;
- Exigências ambientais; ou
- Demanda avaliada superior à maior capacidade do transformador utilizado na rede aérea, padronizado em 112,5 kVA.

b) Também é utilizado no atendimento às cargas pioneiras situadas em regiões onde o planejamento da empresa determina o atendimento definido em rede subterrânea, mas que em um determinado instante a taxa de ocupação do solo não justifica a implantação plena do sistema subterrâneo.

7.5.2.2 Concepção Básica

- a) Trata-se de um arranjo misto, ou seja, compartilhado com a rede de distribuição aérea;
- b) Este arranjo é constituído de um ramal subterrâneo de média tensão derivado de alimentador aéreo, uma ET localizada em área pública ou no interior da edificação, e rede de baixa tensão subterrânea;

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 31 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

- c) No caso em que este arranjo seja pioneiro em região onde o planejamento determina o atendimento em rede subterrânea, se faz necessário a instalação de linhas de dutos de reserva e previsão de espaço físico adicional na ET para os eventuais equipamentos a serem utilizados pelo arranjo definido futuro;
- d) O *DESENHO 7* ilustra essa configuração.

7.5.2.3 Trajeto do circuito de média tensão

O ramal de média tensão da rede subterrânea derivado da rede aérea (do poste de transição) deve percorrer o menor trajeto possível, sempre na via pública, para a alimentação da ET, sendo seu comprimento limitado a 200m.

7.5.2.4 Dimensionamento do circuito de média tensão

- a) Como o arranjo radial simples é derivado da rede aérea de média tensão, o ramal subterrâneo deve ser dimensionado segundo os mesmos critérios de carregamento e queda de tensão previstos para redes aéreas de distribuição;
- b) Para ligação de transformadores, utilizam-se os condutores indicados na *TABELA 7*.

7.5.2.5 Sistema de Proteção

- a) A proteção contra sobrecorrentes da rede subterrânea é provida por fusíveis instalados no ponto de derivação da rede aérea, coordenados com os equipamentos da proteção a montante e a jusante. Caso não seja possível essa coordenação, a proteção pode ser provida por chaves automatizadas ou religadores automáticos, instalados no mesmo ponto e ajustados para uma única operação de abertura.
- b) Os elos fusíveis são escolhidos em função da potência do transformador da ET e constam na *TABELA 7*;
- c) A proteção dos transformadores contra sobrecorrentes é garantida pelos próprios fusíveis instalados nos pontos de derivação da rede aérea;
- d) A proteção contra sobretensões é provida por para-raios poliméricos de óxido de zinco, instalados na rede aérea junto às muflas de derivação dos cabos subterrâneos.

7.5.3 Arranjo Radial DRS

7.5.3.1 Campo de aplicação

O arranjo DRS (Distribuição Residencial Subterrânea) é normalmente utilizado no atendimento a condomínios horizontais de alto padrão, predominantemente residenciais, em áreas de baixa densidade de carga, onde o uso de redes subterrâneas é recomendado por razões de estética ou restrições ambientais.

7.5.3.2 Concepção Básica

- a) Trata-se de um arranjo misto, ou seja, compartilhado com a rede de distribuição aérea;
- b) Este arranjo consiste em um ramal subterrâneo, em forma de anel aberto, que possibilita o atendimento alternativo das cargas por dois pontos de alimentação distintos da rede aérea de média tensão. Obrigatoriamente, o anel deve ser aberto em uma das estações transformadoras. Em hipótese alguma pode ser feita a ligação simultânea dos ramais subterrâneos pelas duas fontes de alimentação;
- c) Após o isolamento de uma falha em um trecho de cabo ou em uma ET, o arranjo permite o restabelecimento da alimentação aos demais elementos em condições de funcionamento;

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 32 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

- d) Na hipótese de não haver um segundo alimentador aéreo nas imediações, o arranjo pode ser concebido com apenas uma fonte de alimentação;
- e) O *DESENHO 8* ilustra essa configuração.

7.5.3.3 Trajeto do circuito de média tensão

O ramal de média tensão da rede subterrânea derivado da rede aérea deve percorrer todo o trecho abrangido pelo arranjo, onde são conectados nas estações transformadoras, até encontrar o ponto em que será efetuada a segunda derivação na rede aérea, ou a última ET, se for o caso.

7.5.3.4 Dimensionamento do circuito de média tensão

- a) Como o arranjo DRS é derivado da rede aérea de média tensão, o ramal subterrâneo deve ser dimensionado segundo os mesmos critérios de carregamento e queda de tensão previstos para redes aéreas de distribuição;
- b) Os condutores subterrâneos devem suportar toda a carga do arranjo, prevendo que a mesma seja atendida por um único ponto de derivação da rede aérea. Esta mesma condição operativa deve ser considerada para a verificação dos limites de queda de tensão, sendo estes os mesmos fixados para a rede aérea;

Nota 21: O trecho de rede subterrânea pode ser utilizado como recurso operacional para a transferência de carga da rede elétrica, desde que, tenha sido dimensionado para tal.

- c) A *TABELA 9* destaca os condutores padronizados para este arranjo.

7.5.3.5 Sistema de proteção

- a) A proteção contra sobrecorrentes da rede subterrânea é provida por fusíveis instalados no ponto de derivação da rede aérea, coordenados com os equipamentos de proteção e manobra, a montante e a jusante. Caso não seja possível essa coordenação, a proteção pode ser provida por chaves automatizadas ou religadores automáticos, instalados no mesmo ponto e ajustados para uma única operação;
- b) A proteção dos transformadores contra sobrecorrentes é garantida por dispositivos instalados na própria ET;
- c) A proteção contra sobretensões é provida por para-raios poliméricos de óxido de zinco, instalados na rede aérea junto às muflas de derivação dos cabos subterrâneos.

7.5.4 Arranjo Primário Seletivo

7.5.4.1 Campo de aplicação

Este arranjo é normalmente utilizado no atendimento a cargas urbanas concentradas com predominância de grandes prédios comerciais e/ou residenciais, onde se caracteriza a necessidade de uma confiabilidade maior que a proporcionada por sistemas subterrâneos radiais.

7.5.4.2 Concepção Básica

- a) Este arranjo é constituído de dois alimentadores primários provenientes de barras distintas de uma mesma subestação ou de subestações distintas, sendo um para alimentação normal e outro reserva, dotados de

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 33 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

chaves apropriadas para transferência automática entre os alimentadores dos transformadores;

b) O arranjo primário seletivo pode conter duas configurações básicas:

- Primário seletivo dedicado; e
- Primário seletivo generalizado.

c) O arranjo dedicado é utilizado para o atendimento de cargas concentradas elevadas, como *Shopping Centers*, grandes prédios comerciais, etc. O arranjo generalizado é utilizado no atendimento de cargas esparsas que não justifica técnica-economicamente a adoção do arranjo dedicado;

d) Estes dois arranjos podem coexistir nos mesmos alimentadores;

e) O *DESENHO 9* ilustra essa configuração.

7.5.4.3 Trajeto do circuito de média tensão

a) Os alimentadores de média tensão, no percurso desde a saída da subestação de distribuição, percorrem a mesma rota, no mesmo banco de dutos e se encontram no lado fonte das chaves de transferência automática;

b) Os alimentadores de média tensão devem derivar de barras distintas da subestação de distribuição. Para atendimento a unidades consumidoras que necessitam de altíssimo grau de confiabilidade, ou no caso de necessidade de adequação técnico-operacional da CONCESSIONÁRIA, os alimentadores que compõem este arranjo podem ser oriundos de subestações distintas.

7.5.4.4 Dimensionamento do circuito de média tensão

a) Os alimentadores de média tensão são dimensionados para situações de perda de um dos circuitos alternativos, ou seja, o circuito remanescente deve assumir toda a carga do arranjo projetado;

b) No dimensionamento dos circuitos devem ser consideradas as seguintes premissas:

- Queda de tensão máxima de 2% entre as subestações de distribuição e o ponto mais favorável do circuito, para o horizonte do projeto;
- Fator de potência de 0,80 quando do atendimento a um grupo de unidades consumidoras esparsas e 0,92 quando do atendimento a uma unidade consumidora individual;
- Cargas trifásicas desequilibradas;
- Demanda de cada circuito estimada de acordo com o item 6.13.

c) A *TABELA 10* destaca os condutores padronizados para este tipo de arranjo.

7.5.4.5 Sistema de proteção

a) A proteção dos alimentadores primários é garantida pelos relés do disjuntor da subestação de distribuição;

b) O ramal a jusante da chave de transferência automática, bem como o transformador da ET, é protegido pela própria chave de transferência;

c) No arranjo primário seletivo dedicado, estando a ET situada no interior da unidade consumidora, a chave de transferência deve ser instalada na via pública, no interior de caixa tipo MTE ou em painel tipo pedestal ao

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 34 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

nível do solo.

7.5.5 Arranjo Primário em Anel Aberto

7.5.5.1 Campo de aplicação

Este arranjo é uma configuração intermediária entre o radial simples e o primário seletivo, para atendimento a unidades consumidoras localizadas em áreas urbanas com média densidade de carga, sendo recomendado para introduzir melhorias nos índices de confiabilidade, ou devido às limitações técnicas das redes aéreas, ou por questões estéticas ou ainda de ordem ambiental.

7.5.5.2 Concepção Básica

- a) Este arranjo consiste de dois alimentadores radiais em forma de anel aberto, cuja ligação às ET é estabelecida por chaves de transferência de três posições, as quais propiciam a escolha do alimentador supridor. Essa facilidade possibilita, após o isolamento de uma falha, o restabelecimento da alimentação aos demais componentes do arranjo em condições de operação;
- b) O *DESENHO 10* ilustra essa configuração.

7.5.5.3 Trajeto do circuito primário

Os dois alimentadores do arranjo originam diretamente do(s) barramento(s) de uma subestação de distribuição e percorrem todo o trecho ao longo das áreas onde se situam as cargas a serem atendidas, sendo que, preferencialmente, os dois circuitos devem ser instalados em bancos de dutos diferentes e percorrer caminhos diversos um do outro ao longo de todo o trajeto. É recomendável também que os alimentadores sejam oriundos de subestações distintas ou de barras distintas de uma mesma subestação de distribuição.

7.5.5.4 Dimensionamento do circuito primário

- a) Em condições normais de operação, o total da carga deverá estar distribuído equitativamente entre os dois alimentares, de forma que cada um mantenha cerca de 50% do carregamento previsto;
- b) Os alimentadores e os ramais primários devem permitir quedas de tensão não superiores a 2% em condições normais de operação, e de 3,5% quando um dos circuitos alimentadores assume 100% da carga, para o horizonte de projeto;
- c) No dimensionamento dos circuitos devem ser levadas em consideração as seguintes premissas:

- Fator de potência de 0,80;
- Cargas trifásicas equilibradas;
- Demanda de cada circuito estimada de acordo com os padrões normativos.

- d) A *TABELA 11* destaca os condutores padronizados para este arranjo.

7.5.5.5 Sistema de Proteção

- a) A proteção dos alimentadores primários é garantida pelos relés do disjuntor da subestação de distribuição;
- b) A proteção do conjunto ramal primário e transformador da ET é garantida pela chave de transferência, a qual possui característica para essa finalidade.

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 35 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

7.5.6 Arranjo Reticulado Dedicado

7.5.6.1 Campo de aplicação

- a) Este arranjo é utilizado no atendimento a regiões elevadas densidades de carga e onde um alto nível de continuidade de serviço é exigido;
- b) Devido ao seu custo mais elevado, comparativamente aos demais tipos de arranjos, deve ser projetado apenas nas áreas onde atualmente já é adotado.

7.5.6.2 Concepção básica

- a) Este arranjo é constituído por um conjunto de dois ou três alimentadores primários radiais que suprem a ET com dois ou três transformadores em paralelo. Os transformadores são equipamentos com protetores de reticulado que garantem a continuidade de fornecimento quando da falha por defeito ou desligamento de um dos alimentadores. A rede secundária associada opera em configuração radial;
- b) O desligamento de um circuito primário ou de um transformador não provoca interrupções, já que a continuidade do fornecimento fica assegurada pelos transformadores e circuitos remanescentes;
- c) Um defeito em um circuito primário provoca seu desligamento pela operação automática do disjuntor da subestação de distribuição. Os transformadores desse circuito, deixando de ser alimentados pelo primário, são, também, desligados no lado secundário pela operação dos protetores de reticulado. Com o alimentador defeituoso fora de serviço e com os seus protetores associados bloqueados na posição aberta, o ponto de falha é pesquisado através dos métodos usuais de localização de defeitos em cabos;
- d) O arranjo reticulado deve ser projetado para a primeira contingência, ou seja, os alimentadores primários, a capacidade transformadora instalada na ET e o CBT são dimensionados de maneira a garantir o atendimento da carga, nos níveis de qualidade desejados, quando da perda de um transformador ou de um alimentador primário;
- e) Uma condição imposta é que neste arranjo não deve ser efetuada ligação de unidades consumidoras em tensão primária de distribuição.
- f) O *DESENHO 11* ilustra essa configuração.

7.5.6.3 Trajeto do circuito primário

Os alimentadores primários, no percurso desde a saída da subestação de distribuição, podem percorrer a mesma rota no mesmo banco de dutos. Os alimentadores primários são radiais e devem percorrer todo o trecho ao longo das áreas onde devem situar as estações transformadoras.

7.5.6.4 Dimensionamento do circuito primário

- a) Os alimentadores primários devem ser dimensionados para a situação de primeira contingência, devendo os alimentadores remanescentes assumir temporariamente toda a carga do arranjo. O mesmo se aplica aos transformadores da ET;

Os alimentadores e os ramais primários devem permitir quedas de tensão não superiores a 2% em condições normais de operação, e de 3,5% no caso de contingência, para o horizonte de projeto;

- b) No dimensionamento dos circuitos devem ser levadas em consideração as seguintes premissas:

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 36 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

- Fator de potência de 0,80;
- Cargas trifásicas equilibradas;
- Demanda de cada circuito estimada de acordo com os padrões normativos.

c) A *TABELA 12* destaca os condutores padronizados para este arranjo.

7.5.6.5 Sistema de proteção

A proteção dos alimentadores primários é garantida pelos relés do disjuntor da subestação de distribuição, complementada pelos relés dos protetores de reticulado. Devido às suas características de funcionamento, os protetores de reticulado também protegem tanto o transformador da ET quanto o circuito secundário correspondente.

7.5.7 Sistema de Aterramento

7.5.7.1 Na rede primária o esquema de aterramento utilizado é o TNR, conforme previsto na NBR 14039. Nesse esquema, o ponto neutro da alimentação na subestação de distribuição se encontra diretamente aterrado, e a partir dele origina o condutor de proteção com função combinada de neutro (PEN), que percorre todo o traçado da rede primária, até as estações transformadoras.

7.5.7.2 O condutor de proteção deve ser de cobre nú sempre, e é diretamente enterrado abaixo da linha de dutos, conferindo assim um melhor desempenho ao sistema de aterramento e dificultando ainda o seu furto.

7.5.7.3 A seção do condutor de proteção deve ser determinada através da *TABELA 13*.

Nota 22: A seção do condutor fase se refere à maior seção do condutor primário presente no banco de dutos.

7.5.7.4 O condutor de proteção é único e contínuo para cada banco de duto e não deve ser interrompido por ligação em série com nenhum componente metálico da instalação.

7.5.7.5 Deve ser instalada uma haste de aterramento nas caixas subterrâneas que possuírem acessórios desconectáveis, emendas ou equipamentos, bem como em pontos intermediários da rede para limitar a distância máxima entre duas hastes em 200 m.

7.5.7.6 As hastes de aterramento podem ser do tipo aço cobreado de 16 mm de diâmetro e 2.400 m de comprimento, enterrada na posição vertical no centro da caixa subterrânea, onde o condutor de proteção deve ser conectado.

7.5.7.7 Devem ser ligados ao condutor de proteção, os seguintes elementos da rede de distribuição subterrânea:

- a) Blindagem dos condutores fase, sempre que acessível, com a utilização de conector tipo parafuso fendido;
- b) Blindagem de acessórios desconectáveis, com a utilização de conector tipo parafuso fendido;
- c) Malha de aterramento das estações transformadoras, com a utilização de conector tipo parafuso fendido;
- d) Componentes metálicos que não fazem parte do circuito elétrico, a exemplo dos suportes para condutores, suportes de equipamentos, carcaças metálicas de equipamentos, suportes de desconectáveis, etc., com a utilização de conector tipo cabo-barra.

Nota 23: Todos esses elementos devem ser conectados ao condutor de proteção através de condutor de cobre

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 37 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

nu com seção mínima de 35 mm².

7.5.7.8 Quando derivado de rede aérea, o condutor de proteção da rede subterrânea deve ser interligado ao condutor neutro da rede de distribuição aérea.

7.5.8 Aterramento temporário

7.5.8.1 Na rede primária, são previstos pontos para o aterramento temporário nos seguintes locais:

a) Junto aos acessórios desconectáveis, fazendo uso do plugue de aterramento – PAT;

Nota 24: O PAT é utilizado apenas para o aterramento temporário, não constituindo, portanto, o equipamento permanente da RDS.

b) Nas chaves primárias instaladas na RDS ou presentes nas ET, selecionando a posição de aterramento por meio da alavanca de operação;

c) Sempre que a rede subterrânea for derivada de rede aérea, o poste de transição também representa um ponto para instalação do aterramento temporário.

7.5.9 Critérios de utilização de indicadores de defeito

7.5.9.1 Indicadores de defeitos devem ser projetados e instalados com o objetivo de facilitar a localização de eventuais faltas que ocorram nos circuitos primários ou transformadores de distribuição.

7.5.9.2 Deve ser prevista a instalação de indicadores de defeitos nos seguintes pontos:

a) No tronco do alimentador após cada derivação;

b) No início cada ramal, desde que o seu comprimento seja superior a 300 m;

c) Em pontos intermediários da rede para limitar o comprimento máximo entre dois indicadores de defeito em 300 m.

Nota 25: Em trechos de circuitos expressos sem cargas conectadas ao longo deles, podem ser considerados trechos de até 1000 m entre indicadores de defeito.

7.5.9.3 Os indicadores de defeito devem ser instalados em caixas tipo MTE.

7.5.10 Critérios de Utilização de Acessórios Desconectáveis

7.5.10.1 Devem ser utilizados acessórios desconectáveis com capacidade de condução de corrente 200 A ou 600 A, com isolamento para 8,7/15 kV ou 20/35 kV, em se tratando de rede classe 15 kV ou 36,2 kV, respectivamente.

7.5.10.2 Na escolha das capacidades de condução de corrente dos acessórios desconectáveis, deve ser levado em consideração as contingências previstas.

7.5.10.3 Na rede classe 15 kV, a capacidade de condução de corrente do acessório deve ser compatível com a corrente máxima prevista no circuito para o horizonte de projeto (200 A e/ou 600 A).

7.5.10.4 Na rede classe 36,2 kV, a capacidade de condução de corrente do acessório deve ser de 600 A.

7.5.10.5 Prever a utilização de desconectáveis na rede, nas seguintes situações:

a) Nas derivações para E.T. e chaves;

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 38 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

- b) Em locais estratégicos, de maneira a facilitar a execução de manobras para isolamento de partes com defeito;
- c) Nas derivações de ramais primários, onde não é prevista a utilização de chaves;
- d) Em pontos de mudança de seção de condutores; e
- e) Em pontos de emendas desconectáveis.

7.5.10.6 Os acessórios desconectáveis devem ser instalados no interior de caixas tipo MTE ou MT.

7.5.10.7 As emendas podem ser executadas em qualquer tipo de caixa de rede primária.

7.5.10.8 Nas caixas com emendas deve ser previsto excedente nos cabos da rede primária, equivalente a uma volta contornando toda a base da caixa, para eventuais necessidades futuras.

7.5.11 Critérios de Utilização de chaves primárias

7.5.11.1 A definição do arranjo primário a ser adotado já estabelecido, por si só, a quantidade e a localização das chaves primárias a serem utilizadas, sendo que o número de vias das mesmas pode variar de acordo com o tipo da ET.

7.5.11.2 Quando da elaboração do projeto, deve-se verificar outras possibilidades de restabelecimento do fornecimento, em caso de contingência, tais como o atendimento por ramais alternativos e a abertura de anéis e subanéis, em pontos estratégicos, podendo, nesses casos, ser prevista a utilização de chaves primárias ou, alternativamente, acessórios desconectáveis.

7.5.12 Poste de Transição Aéreo/Subterrâneo

7.5.12.1 A derivação de rede primária aérea para subterrânea deve ser feita em postes de transição, conforme padrão constante dos *DESENHO 12*.

7.5.12.2 Os postes de transição são instalados pela CONCESSIONÁRIA, mesmo quando for utilizado para a derivação de rede subterrânea particular. Neste caso, o empreendedor fica responsável em deixar os terminais com os condutores fixados no poste de transição, cabendo à CONCESSIONÁRIA sua conexão à chave de derivação.

7.5.12.3 Os postes de transição devem, preferencialmente, ser instalados na via pública, sendo permitidas no máximo duas transições por poste.

7.5.12.4 A proteção contra sobretensões deve ser provida por para-raios poliméricos de óxido de zinco (ZnO), tensão nominal 12 kV (13,8 kV) e 30 kV (34,5 kV), corrente nominal de descarga de 10 kA, instalados no ponto de derivação da rede aérea.

7.5.12.5 A proteção contra sobrecorrentes deve atender os seguintes critérios:

a) É provida por chaves fusíveis instaladas no ponto de derivação da rede aérea para a subterrânea, com elo fusível máximo de 25K, tanto em 13,8 kV como em 34,5 kV. Sendo a potência nominal instalada até 600 kVA em 13,8 kVA, e até 1.500 kVA em 34,5 kV, coordenadas com os equipamentos de proteção a montante e a jusante;

b) Caso não seja possível a coordenação ou para potência nominal instalada superior a 1000 kVA, deve ser solicitado à área de Engenharia um estudo de proteção. Nesta situação, podem ser utilizados religadores ou

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 39 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

chaves automáticas, ajustadas para uma única operação de abertura. No ajuste de proteção do religador, prever também a operação por falta de fase.

7.5.12.6 O eletroduto, para descida dos condutores da rede subterrânea junto ao poste de transição, deve ser de aço zincado à quente com 3 m de extensão, diâmetro nominal 100, provido com buchas em suas extremidades para evitar danos aos condutores.

7.5.12.7 Deve ser prevista uma caixa tipo MT, situada no máximo a 1,5 m do poste, para auxiliar o puxamento dos cabos e acomodar uma volta destes cabos na base da caixa, visando eventuais necessidades futuras.

7.5.12.8 O condutor neutro da rede aérea, as blindagens dos condutores isolados e o terminal terra dos para-raios, devem ser interligados ao condutor de proteção da rede subterrânea, que por sua vez deve ser conectado a uma haste de aterramento instalada no interior da caixa MT.

7.5.13 Identificação dos Componentes

7.5.13.1 Identificação dos condutores

a) Os condutores fase dos circuitos primários e secundários devem ser identificados através da aplicação de fitas plásticas isolantes coloridas sobre suas coberturas externas, com as seguintes cores:

- Fase A: Vermelha;
- Fase B: Branca;
- Fase C: Marrom.

b) O condutor neutro do circuito secundário é identificado com fita da mesma forma que os condutores fase, porém com fita na cor azul clara;

c) Essa identificação deve ser efetuada nos seguintes locais da RDS:

- Nos postes de transição;
- Junto aos acessórios desconectáveis e emendas;
- Nos terminais de entrada e saída das chaves primárias;
- Nas derivações de circuitos; e
- Nos ramais de ligação.

d) Quando houver mais de um circuito no interior da caixa da RDS, todos eles devem ser igualmente identificados.

e) Para a identificação devem ser aplicadas, no mínimo, 3 voltas sobrepostas da fita isolante colorida envolvendo todo o diâmetro do condutor.

f) Por se tratar de cabo nu, o condutor de proteção (primário) é identificado pela ausência da isolação.

7.5.13.2 Identificação dos circuitos

a) Cada circuito deve ser identificado através de cartão plástico conforme *DESENHO 14*, que mostra inclusive sua forma de fixação ao condutor. Neste cartão devem constar as seguintes informações:

b) Cartão para circuito secundário

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 40 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

- Endereço da U.C. (quando for ramal secundário de cliente);
- Seção do condutor fase e neutro;
- Número do projeto;
- Data da instalação do circuito; e
- Matrícula do responsável pela instalação do cartão, assim como o nome da parceira a qual pertença.

c) Cartão para circuito primário – Tronco do alimentador

- Número do circuito;
- Seção do condutor fase;
- Número do projeto;
- Data da instalação do circuito; e
- Matrícula do responsável pela instalação do cartão, assim como o nome da parceira a qual pertença.

d) Cartão para circuito primário – Ramal do alimentador

- Endereço da E.T. atendida;
- Seção do condutor fase;
- Número do projeto;
- Data da instalação do circuito; e
- Matrícula do responsável pela instalação do cartão, assim como o nome da parceira a qual pertença.

e) Locais de identificação - O cartão deve ser fixado ao condutor nos seguintes pontos da RDS

- No CBT da E.T.;
- Junto aos dutos de saída e chegada na E.T.;
- Nos terminais “carga” do dispositivo de proteção localizado na E.T., quando se tratar de U.C. alimentada diretamente por esse dispositivo; e
- Em todas as caixas subterrâneas.

7.5.13.3 Identificação das caixas subterrâneas

- a) Toda caixa subterrânea de propriedade da CONCESSIONÁRIA deve ser identificada numericamente com 06 dígitos, sendo 01 dígito verificador, grafados em uma placa retangular;
- b) Essa numeração é fornecida pela CONCESSIONÁRIA e deve constar no projeto da RDS;
- c) Cabe à parceira responsável pela construção da rede, a obrigação pela confecção da placa e pela sua fixação no interior da caixa;
- d) A placa deve ser em alumínio com pintura de fundo eletrostática na cor preta fosca e acabamento superficial em vinil amarelo, com os dígitos na cor preta, conforme detalha o *DESENHO 15*;
- e) A placa deve ser fixada na posição horizontal no interior da caixa, aproximadamente 200 mm abaixo do aro, posicionada para o lado da fonte. Sua fixação é efetuada por meio de parafuso de 3,5 mm, tipo cabeça de panela, fenda Phillips e bucha tamanho S4;
- f) Quando se tratar de caixa com pESCOÇO, a placa deve ser fixada de modo que acompanhe a concavidade

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 41 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

da parede, sempre para o lado da fonte.

7.6 Projeto e Construção Civil da RDS

7.6.1 Concepção Básica

7.6.1.1 O projeto básico civil, que consiste na definição dos bancos de dutos e das caixas subterrâneas, deve ser elaborado em função do projeto elétrico do circuito primário e/ou secundário.

7.6.1.2 A configuração física do banco de dutos deve ser escolhida dentre as alternativas constantes nos *DESENHOS de 17 a 28*.

7.6.1.3 As linhas de dutos devem ser totalmente separadas por níveis, isto é, a rede primária deve ser a mais profunda, instalada nos primeiros níveis, seguida dos dutos da rede secundária, e depois pela rede de IP e de terceiros.

7.6.1.4 Os bancos de dutos completos são identificados pela disposição horizontal e vertical dentro da vala, da seguinte forma: o 1º dígito identifica quantidade de linhas de dutos dispostos na horizontal e o 2º, a quantidade de colunas na vertical. Como, por exemplo, uma formação 3 x 2 significa que o banco é formado por 3 linhas dispostas horizontalmente, com duas colunas na vertical, ou seja, é um banco composto, no total, por 6 dutos.

7.6.1.5 Os bancos de dutos incompletos são identificados por dois pares de dígitos. O primeiro par identifica o número de linhas e colunas do último nível de banco de dutos e o segundo par identifica o número de linhas e colunas dos demais níveis.

7.6.1.6 Nas travessias de ruas e avenidas já pavimentadas, somente é permitida a instalação do banco de dutos pelo Método não Destrutível (MND).

Nota 26: O MND faz uso de perfuratriz horizontal direcional.

Nota 27: Na impossibilidade da execução por MND, o método convencional pode ser aplicado, desde que comunicado à CONCESSIONÁRIA e formalmente autorizado pela Administração Regional.

7.6.2 Banco de dutos

7.6.2.1 Os dutos devem ser de PVC (cloreto de polivinila) rígido soldável ou PEAD (polietileno de alta densidade), diretamente enterrados.

7.6.2.2 Os dutos de PVC possuem diâmetro nominal de 50, 100 e 150 mm.

7.6.2.3 Os dutos de PEAD possuem os mesmos diâmetros internos equivalentes aos dutos de PVC, acrescentando o de diâmetro nominal de 125 mm.

7.6.2.4 O MND é executado com dutos de diâmetro nominal máximo de 100 mm.

7.6.2.5 A *TABELA 14* possibilita selecionar o tamanho mínimo nominal dos dutos a serem utilizados em função do tipo de rede e da seção dos condutores.

Nota 28: A opção de duto de 100 mm na rede primária visa possibilitar sua instalação no MND.

Nota 29: Na configuração em plano horizontal é instalado um condutor por duto.

Nota 30: Os condutores secundários de seções 240, 300 e 400 mm² e outros não contemplados nesta norma, não

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 42 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

poderão ser aplicados em projetos da CONCESSIONÁRIA e nem nos de clientes.

7.6.2.6 Excetuando a travessia de ruas e avenidas, os bancos de dutos devem ser, preferencialmente, instalados nas calçadas e a uma profundidade mínima, medida a partir da face superior do duto mais próximo da superfície do solo, de acordo com *TABELA 15*.

Nota 31: As profundidades indicadas podem ser reduzidas em terreno rochoso ou quando o banco de dutos estiver envelopado em concreto.

7.6.2.7 As distâncias mínimas de segurança entre o banco de dutos projetado e outras instalações, constam na *TABELA 16*.

Nota 32: O *DESENHO 29* ilustra a aplicação da *TABELA 16*.

7.6.2.8 Nos bancos de dutos devem ser previstas uma quantidade de dutos reserva correspondente ao atendimento da área, dentro do seu horizonte de projeto. Na falta dessa informação, deixar no mínimo uma quantidade adicional correspondente a 50% dos dutos inicialmente ocupados, arredondando para o inteiro superior mais próximo.

7.6.3 Abertura de Valas

7.6.3.1 Os serviços de abertura de valas devem ser precedidos da obtenção de licença junto às administrações regionais respectivas e de autorização competente do DETRAN.

7.6.3.2 O local da obra deve ser previamente sinalizado com placas especiais de advertência, conforme exigido pelo Código de Trânsito Brasileiro.

7.6.3.3 A abertura deve ser executada utilizando-se equipamento que permita uma perfeita definição das bordas da área cortada, em forma geométrica definida.

7.6.3.4 As dimensões das valas são definidas em função da formação do banco de dutos a ser implantado.

7.6.3.5 Nos *DESENHOS de 17 a 28*, são mostradas as valas com as respectivas larguras, bem como os diversos tipos de formações padronizadas.

7.6.3.6 Em casos especiais, as dimensões padronizadas das escavações podem sofrer alterações, desde que autorizadas pelo RT da obra e previamente informadas à CONCESSIONÁRIA.

7.6.3.7 As escavações das valas podem ser executadas manual ou mecanicamente. Havendo interferência, as escavações devem ser sempre executadas manualmente.

7.6.3.8 Se o trecho a ser escavado não estiver na “grade” definitiva, a CONCESSIONÁRIA deve ser consultada sobre a profundidade em que devem ser assentados os dutos.

7.6.3.9 A base das valas deve ter uma superfície plana, compactada manual ou mecanicamente, relativamente lisa e sem interferência.

7.6.3.10 As valas devem possuir cimento de 1% entre as caixas.

7.6.3.11 Caso haja afloramento de água no fundo da vala, deve ser executada drenagem com uma camada de brita 1, com espessura mínima de 50 mm, seguida por outra camada de brita com espessura mínima de 50 mm; sendo esta, finalmente, seguida por uma camada de areia, com espessura mínima de 50 mm.

Nota 33: As espessuras das camadas das britas indicadas podem ser aumentadas, conforme o volume de

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 43 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

afloramento da água no fundo das valas.

7.6.3.12 Caso o fundo da vala seja constituído de material rochoso ou irregular, deve ser aplicada uma camada de areia compactada de 50 mm de espessura, para assegurar a integridade dos dutos a serem instalados.

7.6.3.13 O comprimento máximo dos bancos de dutos (lances) entre caixas é de 50 m, tanto para rede primária, quanto para rede secundária.

7.6.3.14 Em terrenos com possibilidade de desmoronamento, as paredes das valas devem ser convenientemente chanfradas ou escoradas.

Nota 34: A definição pela necessidade de utilização ou não do escoramento, bem como a forma de executá-lo, é de total responsabilidade do RT da obra.

7.6.3.15 Para aberturas em áreas ajardinadas ou gramadas, a prefeitura do município, onde será executada a obra, deve ser avisada com a antecedência de 05 (cinco) dias úteis, para que aquele providencie a remoção dos espécimes vegetais ou tome as medidas que julgar convenientes.

7.6.3.16 Quando no local a ser executada a obra tiver cobertura por gramado, a grama deve ser retirada e depositada em local separado do material removido na escavação, visando o seu reaproveitamento e o perfeito acabamento do local ao final dos serviços.

Nota 35: A escavação em toda a área ajardinada pode ser mecânica, mas o reaterro, obrigatoriamente, deve ser executado manualmente.

7.6.3.17 As caixas subterrâneas devem ser escavadas após a abertura das valas de cada lance.

7.6.4 Assentamento de Dutos

7.6.4.1 Os serviços de assentamento dos dutos somente podem ser iniciados depois de concluída a escavação total do lance, visando garantir que sejam mantidos os alinhamentos entre as saídas e as chegadas dos dutos nas caixas adjacentes.

7.6.4.2 Durante a instalação dos dutos, e para que seja mantida a retilinidade e o espaçamento entre eles, deve ser utilizado espaçadores, tendo em vista que o alinhamento dos dutos é de fundamental importância para o lançamento dos cabos.

Nota 36: Para dutos de PEAD, as distâncias entre espaçadores em pontos de curva devem ser de 0,8 m e de 1,2 m em pontos de reta.

Nota 37: Para dutos de PVC, por serem rígidos, essas distâncias podem ser aumentadas.

7.6.4.3 As linhas de dutos devem ter uma declividade mínima de 1% para facilitar o escoamento de eventuais águas de infiltração.

7.6.4.4 Deve ser depositada no fundo da vala uma camada de areia de campo de 50 mm de espessura, de boa qualidade, de granulação máxima de 4 mm, devidamente nivelada, sobre a qual a primeira linha de dutos deve ser acomodada.

Nota 38: A utilização da areia de campo é obrigatória para todos os bancos de dutos.

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 44 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

7.6.4.5 Após assentada a primeira linha de dutos, deve ser lançada uma nova camada de areia de campo, nivelada a 30 mm acima da face superior dos dutos da primeira linha e, sobre esta, se assenta a segunda linha de dutos. Deve-se proceder da mesma forma quanto à areia lançada para as primeiras linhas e, assim, sucessivamente, até o assentamento da última linha de dutos.

7.6.4.6 Cada camada intermediária entre os dutos deve ser compactada por processo manual, tomando o cuidado para que todos os espaços vazios sejam preenchidos.

7.6.4.7 Durante o seu lançamento, os dutos de PEAD devem ser mantidos tamponados.

Nota 39: Os dutos de PVC dispensam este cuidado, haja vista que são colados durante o seu lançamento e montagem.

7.6.4.8 Antes de ser iniciado o lançamento de cada camada de areia de campo, deve ser verificado, em todo o lance, o perfeito estado de emendas, o alinhamento das linhas de dutos, bem como as distâncias horizontais e verticais entre os dutos.

7.6.4.9 Assentada a última linha de dutos, a areia de campo nivelada deve estar pelo menos a 100 mm acima da face superior dos dutos desta linha.

7.6.4.10 Sobre a última camada de areia que recobre a linha de dutos, devem ser colocadas placas de concreto aramado obedecendo ao critério indicado na *TABELA 17*.

7.6.4.11 No final de cada jornada de trabalho, para impedir a penetração de lama, terra, etc., no interior dos dutos, estes devem ser vedados nas extremidades do lance montado.

7.6.4.12 Em todo duto deve ser instalado uma guia (arame ou corda de nylon) para facilitar o posterior mandrilhamento.

Nota 40: Dutos de PEAD são fornecidos com o guia interno aos mesmos para essa finalidade.

7.6.4.13 Nas chegadas e saídas das linhas de dutos nas caixas de rede subterrânea, deve ser feito acabamento adequado na forma de “boca de sino”, em se tratando de duto de PVC. No caso de dutos de PEAD, fazer uso de terminais específicos.

7.6.4.14 Para possibilitar a execução da “boca de sino”, os dutos de PVC devem ser fixados nas paredes das caixas subterrâneas, recuados 30 mm da superfície interna das paredes.

Nota 41: Os dutos de PEAD dispensam este procedimento, uma vez que são providos terminações adequadas para este fim.

7.6.4.15 Os dutos de PVC também devem receber um acabamento com argamassa 1:3 de cimento e areia pela face externa das paredes das caixas.

7.6.4.16 Todos os dutos de um lance devem possuir características semelhantes, tais como tipo e diâmetro.

7.6.4.17 Ao longo do caminhamento das redes, a disposição das linhas de dutos não deve ser alterada.

7.6.4.18 As emendas nos dutos entre duas caixas consecutivas devem ser montadas num mesmo sentido, a fim de facilitar o lançamento dos condutores.

7.6.4.19 As emendas entre dutos de PEAD devem ser executadas respeitando as determinações do fabricante, de maneira a garantir adequada estanqueidade.

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 45 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

7.6.4.20 As emendas entre dutos de PVC devem ser executadas considerando as seguintes situações:

- a) Tubos de ponta e bolsa: Aplicar cola recomendada pelo fabricante e encaixar a ponta na bolsa através de pressão manual;
- b) Tubos sem bolsa: Utilizar luvas de conexão. Aplicar cola recomendada pelo fabricante e encaixar a luva em ambas as pontas através de pressão manual.

Nota 42: Em hipótese alguma é permitido o aquecimento dos tubos para confecção de bolsas e/ou emendas.

7.6.4.21 Os dutos somente devem ser cortados perpendicularmente ao seu eixo e retiradas todas as rebarbas susceptíveis de danificar a isolamento dos cabos;

7.6.4.22 Curvas nos trechos de bancos de dutos devem ser evitadas, e somente poderão ser aceitas se:

- a) A máxima mudança de direção em qualquer plano, entre duas caixas, seja limitada a 10°.
- b) Os raios mínimos de curvatura dos dutos sejam respeitados;
- c) Não ocorra uma redução efetiva no diâmetro interno dos dutos, ou seja, devem permitir passagem do mandril correspondente ao duto.

7.6.4.23 Sempre que possível, o conjunto de dutos de entrada e saída numa mesma caixa devem estar num mesmo nível.

7.6.4.24 A necessidade excepcional de envelopamento dos dutos em concreto é definida pela CONCESSIONÁRIA, com base na análise das condições do local de implantação das redes. No envelopamento deve ser utilizado concreto com resistência característica à compressão (f_{ck}) igual a 15 MPa e espessura mínima da camada de 100 mm.

7.6.4.25 O envelopamento é construído no local destinado à areia de campo, e em substituição a esta, ocupando portanto, as mesmas dimensões abaixo da placa de concreto mostradas nos DESENHOS de 17 a 28.

Nota 43: Neste caso, fica dispensada a instalação da placa de concreto.

7.6.5 Reaterro e fechamento de vala

7.6.5.1 O reaterro é executado com o mesmo material retirado das valas, exceto quando for constituído de terra vegetal, pedras, entulhos, pedaços de asfalto, concreto, etc. Neste caso, deve ser utilizado material adequado de outro local.

7.6.5.2 No caso de tempo chuvoso, a vala deve ser fechada no menor espaço de tempo, a fim de evitar-se a formação do chamado “borrachudo” no reaterro e possíveis recalques.

7.6.5.3 O reaterro das valas deve ser executado com a terra previamente umedecida e compactada em camadas não superiores a 200 mm. As camadas de reaterro devem ser apilcadas e compactadas com soquete manual de no mínimo 10 Kg ou com compactador mecânico.

Nota 44: É expressamente proibida a compactação, tanto das valas, quanto do entorno das caixas, utilizando-se dos pneus da retroescavadeira, de caminhão ou de outro veículo.

7.6.5.4 Nas travessias de ruas, avenidas e estacionamentos já pavimentados, onde não foi possível

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 46 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

executar o MND, as duas últimas camadas de reaterro (total de 400 mm), devem ser de cascalho argiloso, de boa qualidade, rigorosamente compactadas com compactador mecânico, desde que não seja definida pela CONCESSIONÁRIA a aplicação do subitem "7.6.4.24".

7.6.5.5 Em torno das caixas subterrâneas, também deve ser executada a compactação por camadas de 200 mm.

7.6.5.6 O volume do reaterro da vala é medido pelo produto do seu comprimento pela área da seção escavada acima da face superior das placas de proteção.

7.6.5.7 Quando do reaterro das valas, devem ser instaladas fitas de advertência, a uma profundidade de 200 mm do nível do solo e ao longo de cada coluna do banco de dutos, conforme DESENHO 16. Essa sinalização é dispensada no trecho construído por MND, devido a impossibilidade da sua instalação.

7.6.5.8 As valas e as caixas devem ser protegidas, durante a construção, com tampas suficientemente resistentes e seguras, sempre que houver possibilidade de acidentes com pedestres, animais ou veículos.

7.6.5.9 Passeios e calçadas danificados para a abertura das valas ou construção de caixas devem ser recompostos na sua forma original.

7.6.5.10 Após o fechamento das valas, deve ser feito o mandrilamento dos dutos com o uso de mandril apropriado, para verificar se não houve obstrução ou curvas fora de especificação.

Nota 45: Esta atividade deve ser executada pela equipe responsável pela construção do banco de dutos.

7.6.6 Recomposição asfáltica

7.6.6.1 Na impossibilidade da execução do banco de dutos pelo MND em travessias de ruas, avenidas ou estacionamentos já pavimentados, o corte de asfalto, quando autorizado, bem como sua devida recomposição, é de inteira responsabilidade da empresa contratada para esse fim.

7.6.6.2 Na recomposição do asfalto com acúmulo de água, esta deve ser retirada, procedendo-se, a seguir, à secagem da área a ser imprimada com jato de ar pressurizado.

7.6.6.3 Todo material úmido da base, caso haja, deve ser removido antes de se proceder ao acerto e compactação manual, após o que será executada a imprimação com emulsão/CM30.

7.6.6.4 Sobre a base preparada é aplicada a massa asfáltica que, em seguida, é compactada mecanicamente com rolo compactador.

7.6.6.5 Caso o pavimento asfáltico, ao redor da área em preparo, apresente trincas profundas, com avançado estado de deterioração, toda a área deteriorada deve ter o seu pavimento removido, após o que se adotam os procedimentos citados para sua recuperação.

7.6.6.6 Ao final da recuperação, toda área deve ser limpa e todo entulho transportado para local indicado pelo Departamento de Limpeza Urbana ou Administrações Regionais.

7.6.6.7 Os traços de massa asfáltica a serem utilizados dependem da espessura da camada asfáltica a ser recomposta, conforme detalhado a seguir:

- a) Para espessuras inferiores a 100 mm, utilizar traço de "massinha": Pedrisco 66,2% + Pó 28,3% + CAP 5,5% (composição em peso);

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 47 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

b) Para espessuras iguais ou superiores a 100 mm, utilizar traço de CBUQ: Brita 1 (23,50%) + Pedrisco (18,80%) + Pó (37,70%) + Areia (14,10%) + CAP (5,90%).

7.6.6.8 Para recomposição asfáltica é necessário:

- a) Um compressor de ar;
- b) Um compactador mecânico;
- c) Um rolo compactador tipo CG - 11 ou VT - 8 (ou similar);
- d) Um caminhão basculante; e
- e) Placas de sinalização, ferramentas, e todos os EPI's e EPC's necessários à segurança dos trabalhadores e da população.

7.6.6.9 A fiscalização da CONCESSIONÁRIA se reserva o direito de acesso à usina de asfalto para fins de acompanhamento dos serviços de preparo da massa asfáltica, caso julgue necessário.

7.6.6.10 A garantia de Responsabilidade Técnica da recomposição asfáltica, sob todos os aspectos, é de inteira e intransferível responsabilidade da contratada.

7.6.7 Caixas Subterrâneas para Rede Secundária

7.6.7.1 As caixas da rede secundária subterrânea são utilizadas para passagem de condutores, mudança de ângulo das redes, confecção de emendas em condutores e derivação para unidades consumidoras.

7.6.7.2 Deve ser evitada a instalação de caixas subterrâneas em frente a garagens e locais onde a interdição implique em transtornos.

7.6.7.3 Para utilização na rede secundária, são padronizados três tipos de caixas subterrâneas, denominadas BTSE, BT e CB1, a seguir detalhadas.

7.6.7.4 Caixa Padrão BTSE

a) Característica

São construídas em concreto armado e alvenaria, providas de tampão de ferro redondo, com diâmetro 1050 mm, para possibilitar o acesso de materiais e de pessoal, conforme *DESENHOS 31 e 32*.

b) Utilização

São caixas projetadas conforme dimensões indicadas na *TABELA 20* que possibilitam a movimentação das pessoas no seu interior para a instalação de circuitos em tensão secundária. Permitem a instalação de até vinte e cinco circuitos com condutores de seção até 185 mm², acrescido do circuito de IP.

c) Localização

São localizadas nas saídas das ET, ao longo da rede onde for previsto o posicionamento da bobina de lançamento dos cabos e na mudança de ângulo da rede superior a 10°.

7.6.7.5 Caixa Padrão BT

a) Característica

São construídas em concreto armado e alvenaria, providas de tampão de ferro redondo, com diâmetro 660 mm, para possibilitar o acesso de materiais e de pessoal, conforme *DESENHOS 33 e 34*.

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 48 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

b) Utilização

São caixas projetadas conforme dimensões indicadas na *TABELA 20* que possibilitam a movimentação das pessoas no seu interior para execução dos serviços de instalação de circuitos de tensão secundária, confecção de emendas e conexão de ramais secundários e de ligação. Permitem a instalação de até vinte e cinco circuitos com condutores de seção até 185 mm², acrescido do circuito de IP.

c) Localização

São localizadas ao longo e no fim da rede secundária, onde não for prevista a instalação da caixa BTSE, ou ainda em casos excepcionais a serem considerados pela CONCESSIONÁRIA (obedecendo sempre o disposto na RESOLUÇÃO NORMATIVA 414), próximas à entrada de energia de U.C. com carga instalada superior a 75 kW.

7.6.7.6 Caixa Padrão CB1

a) Característica

São construídas em concreto armado e alvenaria, providas de tampões de ferro retangulares, tipo T-33, conforme *DESENHO 35*.

b) Utilização

São caixas projetadas conforme dimensões indicadas na *TABELA 20* para execução dos serviços de instalação de ramais de ligação com carga instalada igual ou inferior a 75 kW. Permitem a instalação de condutores de seção até 35 mm² e ramais de circuitos de I.P.

c) Localização

São localizadas na área pública, próxima à entrada de energia da unidade consumidora.

Preferencialmente, não devem ser construídas em vias de circulação de veículos face ao tipo de tampão nelas utilizados, os quais não apresentam resistência adequada para este fim.

Quando construídas em locais que permitem o trânsito de veículos de carga pesada, devem ser utilizados os tampões tipo T-100, procedendo-se as adaptações necessárias nas caixas.

7.6.7.7 Em um quadro resumo das caixas secundárias padronizadas, a *TABELA 20* sintetiza as principais dimensões de cada uma das caixas utilizadas em rede secundária subterrânea.

Nota 46: Caso o pESCOÇO das caixas BTSE e BT ultrapasse a altura mínima de 500 mm, o tampão redondo de ferro de 660 mm deve ser substituído pelo de 1050 mm.

7.6.7.8 A *TABELA 21* resume os locais de instalação e utilização das caixas padronizadas para rede secundária subterrânea.

7.6.8 Caixas Subterrâneas para Rede Primária

7.6.8.1 As caixas da rede primária subterrânea são utilizadas para passagem e derivação de condutores, mudança de ângulo das redes, instalação de equipamentos e acessórios. Deve ser evitada a instalação de caixas subterrâneas em frente a garagens e locais onde a interdição implique em transtornos.

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 49 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea		Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01

7.6.8.2 Para utilização na rede primária, são padronizados quatro tipos de caixas subterrâneas, denominadas MTSE, MTE, MT e MT1, a seguir detalhadas:

7.6.8.3 Caixa Padrão MTSE

a) Característica

São construídas em concreto armado e alvenaria, providas de tampão de ferro redondo, com diâmetro 660 mm, para possibilitar o acesso de equipamentos, materiais e de pessoal, conforme *DESENHOS 36 e 37*.

b) Utilização

São caixas projetadas com dimensões conforme *TABELA 22*, que possibilitam a movimentação das pessoas no seu interior para execução dos serviços de instalação de redes subterrâneas de 13,8 kV e 34,5 kV, permitindo a instalação de até três circuitos subterrâneos.

c) Localização

São localizadas nas entradas das ET e ao longo da rede primária, onde não for prevista a instalação da caixa padrão MTE.

7.6.8.4 Caixa Padrão MTE

a) Característica

São construídas em concreto armado e alvenaria, providas de tampão de ferro redondo, com diâmetro 1050 mm, para possibilitar o acesso de equipamentos, materiais e de pessoal, conforme *DESENHOS 38, 39 e 40*.

b) Utilização

São caixas projetadas com dimensões adequadas conforme *TABELA 22*, que possibilitam a movimentação das pessoas no seu interior para execução dos serviços de instalação de cabos, acessórios ou equipamentos e realização de inspeções, permitindo a instalação de circuitos subterrâneos de 13,8 kV e 34,5 kV, com aplicação nos finais de circuitos em que esteja prevista ampliação futura.

No caso desta caixa ser utilizada para instalação de equipamentos de maior porte, como chaves de manobra ou de proteção, deve ser utilizado tampão em concreto armado removível. Neste caso, o tampão de ferro redondo destinado ao acesso de pessoal, será instalado no tampão em concreto armado.

c) Localização

São localizadas nas saídas de subestações de distribuição, nos pontos de instalação de acessórios e equipamentos ao longo da rede primária onde for previsto o posicionamento da bobina de lançamento de cabos e na mudança de ângulo no caminhamento, superior a 10 graus.

7.6.8.5 Caixa Padrão MT

a) Característica

São construídas em concreto armado e alvenaria, providas de tampão de ferro redondo, com diâmetro 1050 mm, para possibilitar o acesso de equipamentos, materiais e de pessoal, conforme *DESENHOS 41 e 42*.

b) Utilização

São caixas projetadas com dimensões adequadas conforme *TABELA 22*, que possibilitam a movimentação

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 50 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

das pessoas no seu interior para execução de instalação de acessórios e de cabos subterrâneos (13,8 kV e 34,5 kV), sendo ainda utilizadas na transição da RD aérea para o circuito tronco subterrâneo em 13,8 kV e 34,5 kV.

c) Localização

Localizadas ao longo da rede de MT (13,8 kV e 34,5 kV), anexa ao poste de transição da rede aérea para subterrânea, bem como ao final da rede em que não seja prevista ampliação futura, pois em caso de previsão de ampliação, deverá ser projetada a caixa padrão MTE.

7.6.8.6 Caixa Padrão MT1

a) Característica

São construídas em concreto armado e alvenaria, providas de tampão de ferro redondo, com diâmetro 660 mm, para possibilitar o acesso de equipamentos, materiais e de pessoal, conforme *DESENHOS 43 e 44*.

b) Utilização

São utilizadas na transição de redes aéreas para subterrâneas e nas entradas das instalações consumidoras atendidas em tensão primária de 13,8 kV ou 34,5 kV, projetadas com dimensões adequadas conforme *TABELA 22*. Permitem a instalação de até três circuitos subterrâneos.

c) Localização

São localizadas nas entradas das unidades consumidoras e junto ao poste de transição da rede aérea para subterrânea (ponto de entrega).

Quando instaladas em locais de trânsito de veículos, utilizar o tampão tipo T-100.

7.6.8.7 A *TABELA 22* sintetiza as principais dimensões de cada uma das caixas padronizadas para rede primária subterrânea.

Nota 47: Caso o pESCOÇO das caixas MTSE ultrapasse a altura de 500 mm, o tampão redondo de ferro de 660 mm deve ser substituído pelo de 1050 mm.

7.6.8.8 A *TABELA 23* resume os locais de instalação e utilização das caixas padronizadas para rede primária subterrânea.

7.6.9 Procedimentos construtivos para caixas subterrâneas

7.6.9.1 Na construção das caixas subterrâneas secundárias e primárias devem ser adotados os seguintes procedimentos:

- a) O terreno no local de construção das caixas deve ser apilado, com compactação vigorosa;
- b) O concreto empregado na construção das caixas deve ter fck mínimo de 25 MPa. As propriedades do concreto devem obedecer às especificações da NBR 6118;
- c) Nos casos em que o lençol freático for elevado, o concreto e argamassa das caixas devem ser preparados com uma porcentagem de material impermeabilizante nas proporções indicadas pelo fabricante, com a finalidade de evitar infiltrações. Nestes casos, as caixas não devem possuir dreno na laje de fundo;

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 51 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

- d) As caixas devem ser construídas com tijolos maciços (5 x 10 x 20 cm), 1 vez, de boa qualidade;
- e) Os tijolos das caixas devem ser assentados com argamassa;

Nota 48: São de inteira responsabilidade do RT da Contratada e do RT da Fiscalização da CONCESSIONÁRIA a vistoria e a aprovação dos tijolos referidos acima; sendo que, só após tais providências, os tijolos podem ser utilizados, visando a boa qualidade e o máximo de vida útil das caixas subterrâneas.

- f) A face interna das caixas deve receber chapisco no traço 1:3 de cimento e areia grossa, com posterior revestimento de argamassa de cimento e areia saibrosa, peneirada, traço 1:3, numa espessura de 20 mm, liso e queimado;

Nota 49: Após o assentamento dos tijolos de todas as caixas subterrâneas, é obrigatória a regularização de suas partes externas, com vistas a fechar todas as brocas que ficam entre os tijolos. Cabe à Fiscalização da CONCESSIONÁRIA somente liberar o reaterro após a devida vistoria.

- g) A laje de fundo das caixas deve ser fundida no local, com concreto de fck mínimo de 25 MPa vibrado, com espessura de 120 mm;

- h) As lajes das tampas das caixas são executadas com malha de ferro;

- i) Admite-se que as lajes da tampa e do fundo sejam pré-moldadas, desde que sejam feitos reforços, como armação dupla ou vigotas cruzadas, evitando-se danos no transporte;

- j) Os pescos das caixas devem ser em alvenaria de tijolos maciços de boa qualidade. Após a execução do chapisco no traço 1:3 de cimento e areia grossa, os pescos devem ter altura mínima de 500 mm, sendo interna e externamente, revestidos com argamassa de cimento e areia saibrosa, peneirada, traço 1:3, com 20 mm de espessura;

- k) As caixas padrão BTSE, BT, MTSE, MTE, MT e MT1 podem ser construídas em vias de circulação de veículos ou estacionamentos, desde que sejam dimensionadas para suportar uma carga mínima de 400 kN, em conformidade com a NBR 10160;

- l) Os pisos das caixas devem ser construídos com declividade de 2%, de maneira que a água que por ventura venha a penetrar em seu interior seja direcionada para o dreno;

- m) Os drenos das caixas padrão BTSE, BT, MTSE, MTE e MT devem possuir dimensões de 500 mm x 500 mm x 600 mm, preenchidos com brita 1 até a parte inferior da laje de piso das caixas;

- n) Os drenos das caixas padrão CB1 e MT1 devem possuir diâmetro de 150 mm e profundidade de 500 mm (utilizar tubo de PVC para construção do dreno), preenchidos com brita 1 até a parte inferior da laje de piso das caixas;

- o) O tampão de ferro fundido deve ser nivelado com o meio fio e com a pista de rolamento, quando instalado em calçada e em asfalto, respectivamente. Em áreas verdes, o tampão deve ser posicionado a 200 mm acima do solo;

- p) Entre a tampa e o aro do tampão deve ser colocada vedação apropriada para evitar a infiltração de água no interior das caixas;

- q) Os tampões utilizados nas caixas da rede secundária e primária constam dos DESENHOS 45 e 46, assim como dos DESENHOS 47 e 48, respectivamente.

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 52 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

7.6.10 Preparação e aplicação de concreto e argamassa

7.6.10.1 A preparação do concreto e argamassa pode ser executada manual ou mecanicamente, não se admitindo a utilização de passeios, pistas ou solos para a sua preparação ou depósito.

7.6.10.2 A preparação manual do concreto e argamassa deve ser executada em “maceiras” nas dimensões suficientes para um traço de cada vez, não sendo permitido o pregar de mais de um traço por vez.

7.6.10.3 Tanto no concreto como na argamassa, devem ser misturados os componentes sólidos até a obtenção de uma mistura bem homogênea, após o que é acrescentada a água em quantidade que permita uma boa mistura final.

7.6.10.4 Não é permitida a utilização de concreto remisturado ou com mais de 30 (trinta) minutos após o seu pregar.

7.6.10.5 O transporte do concreto é feito em carrinhos de pneus ou outro meio de transporte adequado.

7.6.10.6 O concreto empregado na construção das lajes das caixas (tampa e fundo) deve possuir fck mínimo de 25 MPa. Com as propriedades do concreto especificações da NBR 6118.

7.6.10.7 O concreto deve ser obrigatoriamente vibrado, cabendo à Fiscalização da CONCESSIONÁRIA exigir a demolição das peças não vibradas.

7.6.10.8 Os materiais empregados (brita, areia e cimento) devem estar isentos de impurezas, materiais orgânicos, etc.

7.6.10.9 A qualquer momento, a Fiscalização da CONCESSIONÁRIA pode exigir a retirada de corpo de prova para verificar a qualidade e a resistência do concreto.

7.6.10.10 A argamassa, a ser usada no assentamento da alvenaria, é no traço 1:3 de cimento e areia média lavada.

7.6.11 Instalação de Cabos

7.6.11.1 Os cabos somente devem ser lançados depois de estarem completamente terminadas as caixas, o banco de dutos e concluídos todos os serviços de construção que os possam danificar.

O lançamento só deve ser iniciado após o mandrilhamento dos dutos.

7.6.11.2 Para garantir que os cabos não sejam danificados durante seu lançamento, recomenda-se adotar os seguintes procedimentos, na seqüência indicada:

- Lançar a guia ou vareta de puxamento, que só deve ser introduzida no momento do lançamento dos cabos e não durante a construção do banco de dutos;
- Amarrar a corda do mandril à guia ou à vareta e em seguida executar seu puxamento, juntamente com o cabo de aço ou corda adequada para o lançamento dos cabos;
- Instalar a camisa de puxamento nos cabos e efetuar o seu lançamento.

7.6.11.3 Para facilitar o lançamento dos cabos, admite-se a utilização de talco industrial, parafina, grafite em pó ou outros lubrificantes indicados pelo fabricante do cabo.

7.6.11.4 Não é permitida emendas de condutores no interior dos dutos.

7.6.11.5 Onde houver emendas de condutores, deve ser prevista excedente de uma volta seca nos cabos

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 53 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

contornando todo o perímetro da caixa, para eventuais necessidades futuras.

7.6.11.6 Após a instalação dos cabos, as extremidades de todos os eletrodutos, inclusive os não utilizados, devem ser adequadamente vedadas de modo a impedir a penetração de líquidos.

7.6.11.7 Os dutos de reserva em PEAD devem ser mantidos fechados por intermédio de tampões rosqueáveis apropriados. No caso de dutos de PVC, utilizar tampões rigidamente fixados através de rosca, assegurando a vedação com aplicação de fita veda rosca, ou outra alternativa apropriada.

7.6.12 Montagem de Acessórios

7.6.12.1 Para montagem dos acessórios devem ser observados os procedimentos contidos nos manuais de instalação e/ou catálogos dos fabricantes dos respectivos acessórios.

Após a conclusão dos serviços, o local de trabalho deve ser limpo sem sobras de fitas, lascas de cabos e outros detritos.

7.7 Apresentação do Projeto para Aprovação

O projeto de rede de distribuição subterrânea executado por terceiros, seja ele contratado pela CONCESSIONÁRIA ou referente a empreendimentos particulares, deve ser submetido à CONCESSIONÁRIA para aprovação. Para tanto, é necessária a apresentação dos seguintes documentos:

- Memorial descritivo;
- Projeto elétrico da rede secundária;
- Projeto elétrico da rede primária;
- Projeto civil básico; e
- Projeto civil estrutural.

O projeto deve ser apresentado em duas vias de igual teor, acompanhado das Anotações de Responsabilidade Técnica (ART), tanto da parte elétrica quanto civil, devidamente autenticada pelo CREA do respectivo estado, onde a obra será executada. Uma dessas vias será devolvida ao interessado, após análise e liberação. Deve ser entregue também uma cópia em meio digital (CD ROM) com extensão "dwg". O prazo de validade do projeto é de 12 (doze) meses, contados a partir da data de liberação da CONCESSIONÁRIA.

Mesmo com a liberação por parte da CONCESSIONÁRIA, toda a responsabilidade pelo projeto cabe ao projetista que subscreve a ART correspondente.

7.7.1 Apresentação do memorial descritivo

O memorial descritivo deve ser elaborado em consonância com a NR 10 e apresentar, no mínimo:

7.7.1.1 Área e localização do empreendimento (planta do loteamento com a localização do empreendimento em escala adequada), acrescido do nome do pretendente à ligação e telefone para contato.

7.7.1.2 Descrição básica do empreendimento: área total, número de residências / lotes, áreas das residências /lotes e outros.

7.7.1.3 Planta do loteamento com levantamento altimétrico, indicando as condições específicas do local e

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 54 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

de outros serviços que podem interferir na execução da rede, como tubulações de água, esgoto, telefone, TV a cabo, etc.

7.7.1.4 Cronograma previsto para início e conclusão das obras.

7.7.2 Características básicas das edificações

7.7.2.1 Características das obras previstas para as áreas comuns (clubes, áreas de recreação, administração e outros).

7.7.2.2 Estimativas das demandas.

7.7.2.3 Justificativas para os arranjos adotados.

7.7.2.4 Especificação dos materiais e equipamentos, compreendendo:

- a) Descrição;
- b) Características nominais;
- c) Normas aplicáveis.

Nota 50: Apenas são aceitos materiais e equipamentos novos, de marcas cadastradas e de acordo com as respectivas especificações técnicas da CONCESSIONÁRIA ou, na falta destas, da ABNT.

Nota 51: Os materiais a seguir indicados somente podem ser empregados na obra após a apresentação do resultado positivo dos respectivos ensaios de rotina.

- Condutores primários;
- Condutores secundários; e
- Acessórios desconectáveis.

Nota 52: Os ensaios necessários são os definidos pelas respectivas especificações técnicas da CONCESSIONÁRIA e/ou ABNT.

Nota 53: Todas as despesas relativas ao recebimento e ensaios de materiais e equipamentos devem ser custeadas pelo interessado.

7.7.3 Apresentação do memorial de cálculo

7.7.3.1 Parâmetros de projeto, compreendendo:

- a) Correntes nominais;
- b) Correntes de curto-círcuito;
- c) Quedas de tensão.

7.7.4 Autorizações diversas:

- a) Autorização de passagem por terrenos de terceiros;
- b) Autorizações para travessias sobre ou sob rodovias, ferrovias, hidrovias, lagos e córregos;
- c) Autorizações para execução de obras em áreas tombadas pelo patrimônio cultural, reservas ambientais, áreas preservadas e próximas a lagos;
- d) Autorização dos órgãos competentes do Ministério da Aeronáutica, quando as obras se situarem nas

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 55 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

proximidades de áreas aeroportuárias;

e) Licença para implantação de rede subterrânea, junto às administrações regionais pertinentes.

7.7.5 Apresentação do projeto da rede secundária

O projeto da rede secundária deve conter, no mínimo:

7.7.5.1 Os ramais de ligação: quantidade e seção dos condutores.

7.7.5.2 Os circuitos secundários: quantidade e localização dos condutores e acessórios (barramentos múltiplos isolados - BMI, emendas, etc).

7.7.5.3 Os CBT: marca/modelos, circuitos de entrada (quantidade e características nominais dos condutores), e circuitos de saídas (quantidade e características nominais dos condutores, chaves e fusíveis NH).

7.7.5.4 A localização das E.T.

7.7.5.5 O sistema de aterramento.

7.7.6 Apresentação do projeto da rede primária

O projeto da rede primária deve conter, no mínimo:

7.7.6.1 Os transformadores de distribuição: localizações e características nominais.

7.7.6.2 Os acessórios desconectáveis: localizações e características nominais.

7.7.6.3 Os circuitos e ramais de entrada primários: seção e localização dos condutores, identificação e localização dos acessórios (emendas, terminais, indicadores de defeito, pára-raios, etc.).

7.7.6.4 As chaves de proteção e/ou manobra: características operativas e nominais.

7.7.6.5 Os postes de transição: características dos terminais e dos dispositivos de proteção e/ou manobra.

7.7.6.6 As finalizações dos circuitos primários 13,8 kV e 34,5 kV, com previsão de ampliação futura.

7.7.6.7 O sistema de aterramento.

7.7.7 Apresentação do projeto civil básico

O projeto civil básico deve conter, no mínimo:

7.7.7.1 Os postes de transição.

7.7.7.2 Os bancos de dutos (localização, tipo e diâmetro dos dutos, profundidade, etc).

7.7.7.3 As caixas de inspeção e de passagem (tipo e dimensões).

7.7.7.4 As caixas do tipo MTE, localizadas nos finais de circuitos primários 13,8 kV e 34,5 kV, com previsão de ampliação futura.

7.7.7.5 As bases de transformadores e de CBT (tipo e dimensões).

7.7.8 Apresentação do projeto civil estrutural

Admite-se a confecção de caixas subterrâneas, bases de transformadores e de CBT não padronizadas pela CONCESSIONÁRIA, desde que seja elaborado projeto civil estrutural correspondente, o qual deve indicar:

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 56 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

- 7.7.8.1 A memória de cálculo.
- 7.7.8.2 As fôrmulas.
- 7.7.8.3 As armações.
- 7.7.8.4 As características do concreto.
- 7.7.8.5 As normas consideradas no projeto.

7.7.9 Elaboração dos desenhos

Os projetos elétricos (primário e secundário) e civil devem ser elaborados considerando:

- 7.7.9.1 Plantas exclusivas para cada um dos projetos básicos (primário, secundário e civil);
- 7.7.9.2 Projetos desenvolvidos sobre uma mesma planta básica.
- 7.7.9.3 Plantas, cortes e vistas devem ser digitalizadas no layout em formato A1 ou A0 (em extensão ".dwg"), com suas respectivas legendas. A aprovação e liberação será feita através da CONCESSIONÁRIA.
- 7.7.9.4 Planta cadastral na escala 1:1000, com indicação da largura de ruas, calçadas praças e delimitação dos lotes.
- 7.7.9.5 Mapa chave da rede primária, na escala 1:5000, incluindo: caminhamento da rede e localização exata de todos os equipamentos (E.T., chaves de manobra, derivações, postes de transição, etc.).
- 7.7.9.6 Vistas e cortes das ET, na escala 1:25.
- 7.7.9.7 Caminhamento das redes primária e secundária, as formações dos bancos de dutos com os respectivos diâmetros, as localizações e a numeração de todas as caixas, com os respectivos tipos, as seções dos condutores e a numeração de cada circuito. Devem-se indicar ainda as distâncias entre as diversas caixas.
- 7.7.9.8 Detalhes das caixas, bases de transformadores e do CBT.
- 7.7.9.9 Detalhes das malhas de aterramento, indicando tipo e especificação das hastes de aterramento, distância entre elas, tipo e seção do condutor de interligação. As conexões entre todos os elementos do sistema de aterramento também devem ser claramente indicadas.
- 7.7.9.10 Esquema unifilar do circuito primário e secundário, apresentando as principais características da instalação a partir da rede existente, incluindo numeração de cada circuito, seção dos respectivos condutores e dutos, proteções com indicação das correntes nominais de cada chave de proteção e fusíveis NH, potência e tensão nominal de cada transformador.
- 7.7.9.11 Na tensão primária indicar ainda a localização dos desconectáveis, dos indicadores de defeito, dos pára-raios e das chaves de manobra.
- 7.7.9.12 Os esquemas do circuito primário e secundário devem ser desenhados separadamente.
- 7.7.9.13 Um esquema unifilar do circuito secundário correspondente a cada E.T., em formato A4, deve ficar disponível no porta-documentos do CBT respectivo, devidamente protegido por plástico transparente.
- 7.7.9.14 Quadro de carga, constando no mínimo:
 - a) Número de cada circuito;
 - b) Número de cada ET;
 - c) Potência do transformador;

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 57 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea		Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01

- d) Número de lotes/residências atendidas por circuito;
- e) Nome das quadras que cada circuito atende;
- f) Carga de cada circuito;
- g) Corrente de cada circuito;
- h) Carga total da ET;
- i) Seção dos condutores;
- j) Corrente nominal do quadro, tipo do dispositivo de proteção e corrente nominal dos fusíveis.

7.8 Execução e Recebimento de Obras de Empreiteiras

Os serviços devem ser executados por empresas devidamente habilitadas e cadastradas na CONCESSIONÁRIA.

Antes do início das obras, deve ser encaminhada à CONCESSIONÁRIA uma cópia das ART de execução, devidamente autenticada pelo CREA do respectivo estado, em nome da empresa responsável pelas obras e onde constem os profissionais responsáveis, e uma descrição resumida de todo o serviço a ser realizado, tanto elétrico quanto civil.

Alterações de projeto somente podem ser efetuadas mediante consulta prévia e após aprovação pelo setor competente da CONCESSIONÁRIA.

As obras devem ser executadas observando rigorosamente o projeto aprovado. Caso surjam obstáculos ou situações não previstas em projeto, a fiscalização deve ser imediatamente comunicada, sendo a solução e as providências devidamente documentadas e tomadas em conjunto com o projetista.

As situações não previstas em norma e/ou projeto devem ser resolvidas em conjunto com as áreas de projeto, construção, operação e manutenção.

A concretagem de caixas subterrâneas e de bases de equipamentos deve ser feita observando o prescrito na NBR 6118, quanto à confecção da armadura de aço, formas, transporte, lançamento e vibração do concreto.

O cimento e os agregados utilizados na preparação do concreto devem estar de acordo com as respectivas normas da ABNT. A água deve ser limpa e isenta de substâncias e corpos estranhos que possam comprometer o desempenho da mistura.

A CONCESSIONÁRIA pode exigir a retirada de corpos-de-prova do concreto, conforme respectiva norma da ABNT, para comprovar se a resistência do mesmo à compressão está conforme previsto no projeto estrutural.

Antecedendo o lançamento dos cabos, todas as linhas de dutos devem ser mandrilhadas de maneira a verificar se não ocorreram obstruções, dobras ou amassamento das mesmas. Este serviço deve, obrigatoriamente, ser acompanhado pela fiscalização da CONCESSIONÁRIA.

Os serviços de lançamento de cabos, instalação de transformadores, chaves e CBT somente devem ser feitos após conclusão e liberação das respectivas obras civis e com o acompanhamento da fiscalização da

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 58 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

CONCESSIONÁRIA. O início desses serviços deve ser comunicado à CONCESSIONÁRIA com antecedência mínima de três dias úteis,

Somente serão aceitos materiais novos, de fabricantes cadastrados e devidamente homologados pela CONCESSIONÁRIA.

Caso durante a fiscalização fique constatada a ocorrência de alguma não conformidade, as obras somente terão o seu aceite após as irregularidades terem sido sanadas e constatada que a execução esteja conforme previsto no projeto, nesta norma e na orientação dada pela fiscalização.

Concluídas as obras, a CONCESSIONÁRIA providenciará os testes de comissionamento, incluindo ensaio de tensão aplicada nas terminações e condutores primários.

Após a aprovação nos testes de comissionamento, deverá ser providenciada, conforme o caso, a doação das obras e/ou consequente incorporação ao patrimônio da CONCESSIONÁRIA.

Devem ser apresentadas duas cópias do "as built" da obra executada, plotadas em formato A0, e mais uma cópia digitalizada em extensão "dwg".

Nota 54: As redes somente poderão ser energizadas depois de cumpridos todos os requisitos anteriormente mencionados e atualizado o cadastro da CONCESSIONÁRIA, tendo como base o projeto “como construído”.

8 MÉTODO PARA INSTALAÇÃO DE CABOS SUBTERRÂNEOS

8.1 INTRODUÇÃO

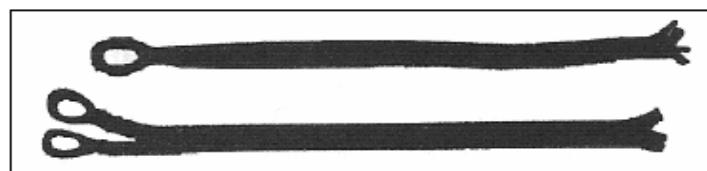
A instalação de cabos em dutos subterrâneos, pode ser feita por método manual ou mecanizado.

Para facilitar este trabalho, ferramentas simples e eficientes podem ser utilizadas, sendo que as principais, serão listadas e comentadas no próximo ítem.

8.2 ACESSÓRIOS PARA INSTALAÇÃO DE CABOS

8.2.1 Camisa de Puxamento

Dispositivo para tracionar o cabo, ou cabos de energia através de sua cobertura, a qual é constituída por tranças de fios de aço, que formam uma malha aberta. É instalada na extremidade do cabo, de modo que, quanto maior a força de puxamento, maior é a pressão exercida sobre a cobertura do cabo.



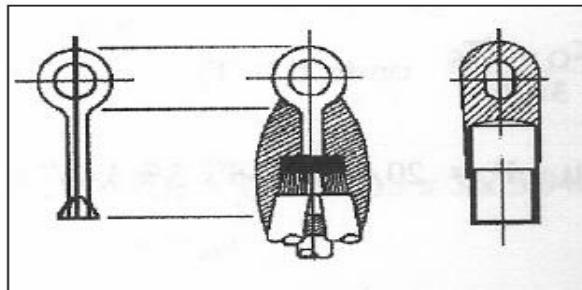
FONTE: Cabos de Energia - Mario Daniel T. Junior - Editora: Artliber

8.2.2 Alça de Puxamento

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 59 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

Dispositivo para tracionar o cabo, ou cabos de energia através do condutor, onde a tensão de puxamento atinge um determinado valor, o qual não permite a utilização da camisa de puxamento. Nela são introduzidos os cabos, sendo a união feita por meio de solda em liga de estanho e chumbo.

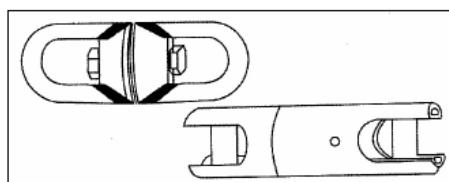
Está é mais comumente confeccionada em ferro fundido, mas preferivelmente em bronze.



FONTE: Cabos de Energia - Mario Daniel T. Junior - Editora: Artliber

8.2.3 Destrocedor

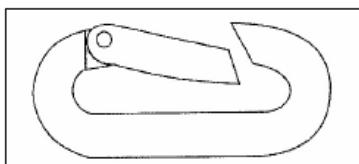
Equipamento para ser instalado entre o cabo de aço e a camisa, ou a alça de puxamento, para evitar que esforços de torção danifiquem o cabo de energia, durante a instalação. é fabricado em aço e é apresentado em formas variadas.



FONTE: Cabos de Energia - Mario Daniel T. Junior - Editora: Artliber

8.2.4 Elo

Elemento empregado para união da camisa, ou da alça de puxamento, com o destorcedor, e deste com o cabo de aço.



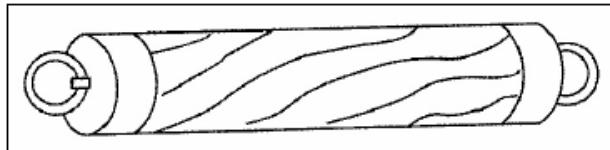
FONTE: Cabos de Energia - Mario Daniel T. Junior - Editora: Artliber

8.2.5 Mandril

Peça confeccionada em madeira, borracha ou alumínio, sendo utilizada na verificação da existência de

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 60 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

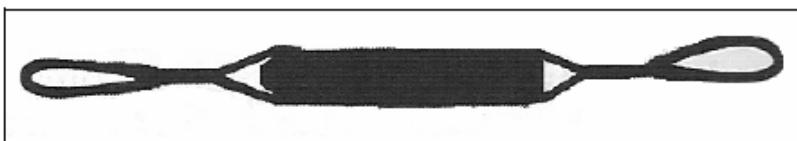
agentes indesejáveis no interior do duto, e na sua desobstrução, bem como na verificação de curvas fora de especificação.



FONTE: Cabos de Energia - Mario Daniel T. Junior - Editora: Artliber

8.2.6 Mandril de Corrente

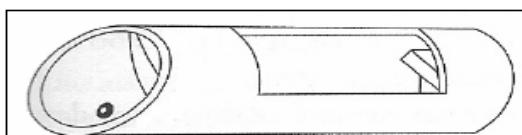
Mandril adequado para retirada de pontas de cimento, camadas de lama, etc... do interior dos dutos.



FONTE: Cabos de Energia - Mario Daniel T. Junior - Editora: Artliber

8.2.7 Pá para Dutos

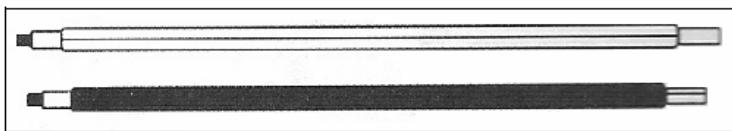
Peça metálica utilizada para limpeza de dutos. É fixada às varas para duto, mediante engate com peça rosqueada. Possui uma tampa articulada para o interior que, após o recolhimento dos materiais obstruidores do duto, não permite a saída dos mesmos durante a operação de limpeza. Há uma abertura na parte central do seu corpo, permitindo a retirada dos detritos.



FONTE: Cabos de Energia - Mario Daniel T. Junior - Editora: Artliber

8.2.8 Vara para Dutos

Peças confeccionadas geralmente em madeira de lei, tubos de aço ou fibra de vidro, utilizadas para o lançamento da corda guia, bem como para a limpeza e desobstrução de dutos.

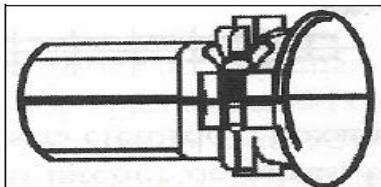


FONTE: Cabos de Energia - Mario Daniel T. Junior - Editora: Artliber

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 61 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

8.2.9 Boquilha

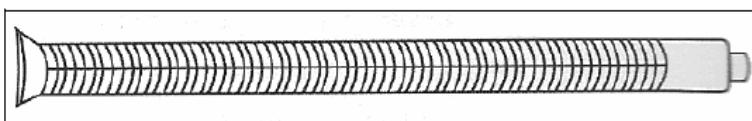
Equipamento destinado a proteger o cabo de energia, contra possíveis danos que estará sujeito contra possíveis danos, quando da sua entrada no duto, face às possíveis quinas deste. É engatada na boca do duto.



FONTE: Cabos de Energia - Mario Daniel T. Junior - Editora: Artliber

8.2.10 Tubo de Alimentação

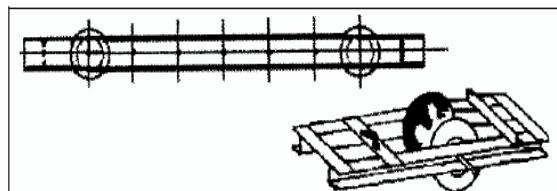
Tubo flexível que serve de guia para o cabo de energia, desde a entrada da caixa subterrânea, até o duto. Evita que os cabos sejam danificados e possibilitam o aumento da velocidade de puxamento, em geral possuem diâmetro de 100 mm e comprimento de 2m.



FONTE: Cabos de Energia - Mario Daniel T. Junior - Editora: Artliber

8.2.11 Guia Horizontal e Vertical

Aramações constituídas de perfil de aço e roldanas de alumínio ou ferro fundido, utilizadas para guiar os cabos nas entradas e no interior das caixas subterrâneas, bem como para permitir arranjos nas caixas por onde será efetuado o puxamento dos cabos.

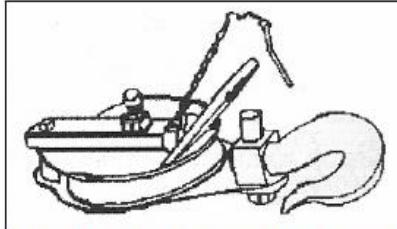


FONTE: Cabos de Energia - Mario Daniel T. Junior - Editora: Artliber

8.2.12 Moitão

Tipo de roldana com gancho, utilizado nas montagens para puxamento de cabos de energia, permitindo o desejável direcionamento do cabo de aço.

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 62 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	



FONTE: Cabos de Energia - Mario Daniel T. Junior - Editora: Artliber

8.3 Preparação dos Dutos e das Caixas

Antes de iniciar os trabalhos de preparação dos dutos, faz-se uma inspeção em todas as caixas subterrâneas existentes no trecho do lançamento, verificando seu estado geral, notadamente quanto a presença de água, gases, combustíveis e óleos, pois tais elementos são indesejáveis durante a execução dos trabalhos, e que devem portanto, ser eliminados.

Após a inspeção das caixas, inicia-se a preparação dos dutos para a instalação dos cabos. Essa preparação consiste na passagem da guia de puxamento, no mandrilhamento dos dutos e na passagem do cabo de aço, nessa ordem.

A preparação dos dutos deve ser feita pouco antes do lançamento dos cabos de energia. Com isso, evita-se que haja danos nesse cabo, em decorrência da possível entrada de objetos estranhos no duto, durante o intervalo de tempo entre a preparação dos dutos e o lançamento dos cabos de energia.

8.3.1 Passagem da Guia de Puxamento

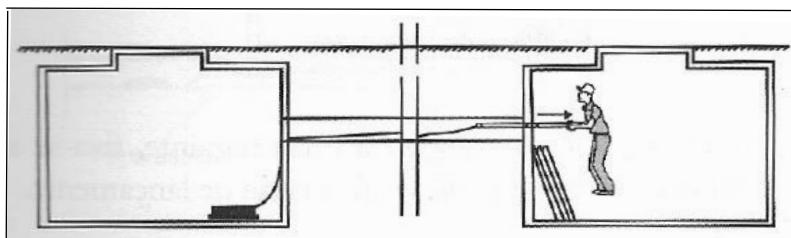
Essa guia é necessária para puxar a corda ou o cabinho de aço do mandril.

O duto de PEAD é fornecido com a guia interna para essa finalidade. Caso essa guia não esteja presente, podem ser adotados, dentre outros, os seguintes métodos para sua instalação:

a) Utilização de varas para duto.

As varas são encaixadas uma a uma na caixa por onde será lançado o cabo de energia, e introduzidas para dentro do duto.

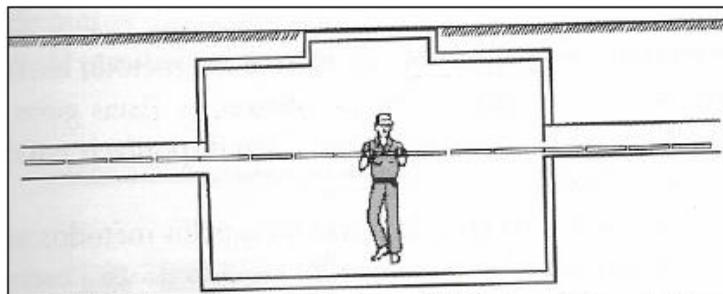
Quando a primeira vara aparecer na caixa seguinte, é fixada a sua extremidade a guia de puxamento, ou mesmo a corda do mandril. O conjunto então é puxado de volta para a caixa de lançamento, à medida que as varas forem sendo desconectadas.



FONTE: Cabos de Energia - Mario Daniel T. Junior - Editora: Artliber

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 63 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

Quando houver uma caixa intermediária bem preóxima da linear, as varas poderão passar por ela, sem a necessidade de serem desengatadas, de modo que essas varas, ao mesmo tempo em que são retiradas de um lance, são enfiadas no lance seguinte.



FONTE: Cabos de Energia - Mario Daniel T. Junior - Editora: Artliber

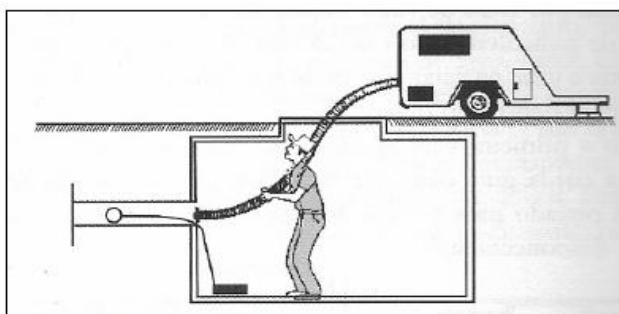
Nota 55: As varas para dutos, também são utilizadas com os equipamentos de limpeza.

b) Utilização de bola de isopor.

A passagem de um fio de nylon, puxado por uma bola de isopor que atravessa o duto, por ação de jatos de ar, o qual é um método bastante rápido e eficiente. Esse método quando usada uma bola com diâmetro suficientemente grande, pode não só servir para a passagem da guia de puxamento, como também para denunciar, de antemão, a existência ou não de obstáculos à passagem do cabo de energia.

A bola de isopor leva o fio de nylon através do duto, mediante o uso de um compressor de ar.

Quando a bola de isopor atingir a caixa seguinte, fixa-se a guia de puxamento no fio de nylon e puxa-o de volta até a caixa de lançamento.



FONTE: Cabos de Energia - Mario Daniel T. Junior - Editora: Artliber

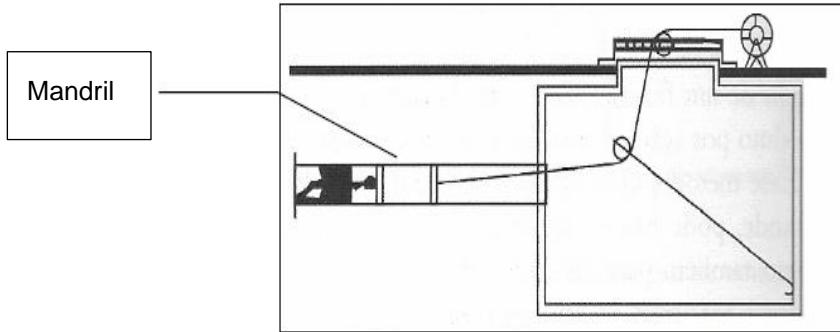
c) Utilização da guia de fibra de vidro.

A guia de passagem é constituída por fibra de vidro impreguinada por resina epóxi e protegida por filme de polietileno, é um método bastante simples e eficaz em dutos com baixo nível de obstrução. Essas guias possuem diâmetro de 9 mm ou 11 mm e estão disponíveis em comprimentos de 60 m a 300 m.

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 64 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

8.3.2 Mandrilhamento dos Dutos

Feita a passagem da guia de puxamento, pode-se passar pelo duto um mandril, seguido de uma escova de aço.



FONTE: Cabos de Energia - Mario Daniel T. Junior - Editora: Artliber

O mandril utilizado pode ser de madeira, borracha ou alumínio, não podendo apresentar pontas que possam danificar os sendo os tamanhos adequados mostrados na *TABELA E*.

Tabela E – Escolha do Mandril Compatível com o Duto

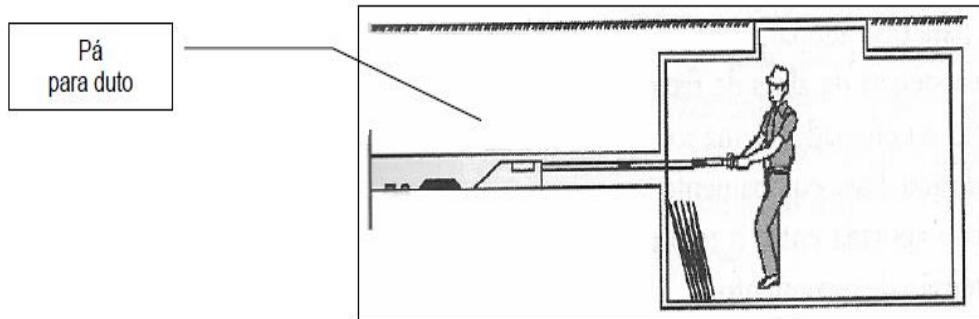
ESCOLHA DO MANDRIL		
DIÂMETRO DO DUTO (mm)	DIÂMETRO DO MANDRIL (mm)	COMPRIMENTO DO MANDRIL (mm)
50	37	400
100	80	
125	100	
150	110	

Se o mandril passar pelo duto sem problemas, pode-se considerar as instalações aptas para o lançamento do cabo de energia. Todavia, se surgirem obstáculos, deve ser feita a desobstrução do duto.

Para esse fim, lança-se mão de dispositivos de limpeza, tais como pá para duto, mandril de corrente e escova de aço.

É importante que os instrumentos de limpeza e desobstrução do duto, tenham diâmetro suficientemente grande para garantir a passagem segura do cabo de energia ao longo do duto.

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 65 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	



FONTE: Cabos de Energia - Mario Daniel T. Junior - Editora: Artliber

Sempre que um dispositivo de limpeza for puxado através do duto, deverá ser fixada na sua parte traseira outra corda guia, quer para o puxamento de outros dispositivos, se necessário, quer para a passagem do cabo de aço para puxamento dos cabos de energia.

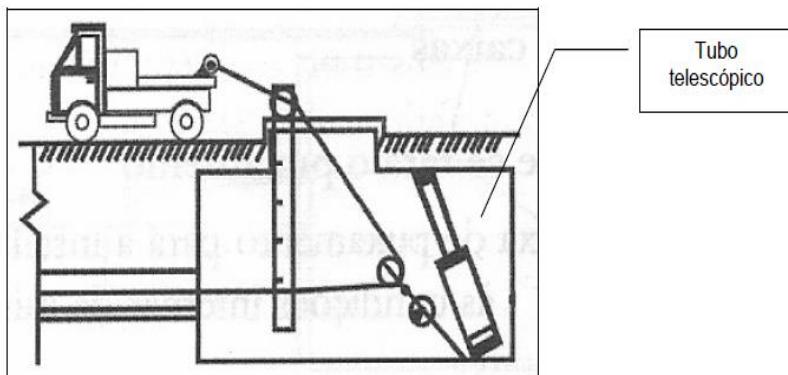
8.3.3 Passagem do Cabo de Aço

Após o mandrilhamento, e aproveitando a corda do mandril, pode-se passar o cabo de aço que será responsável pelo puxamento dos cabos de energia.

8.3.4 Preparação da Caixa de Puxamento

Quando o puxamento dos cabos de energia for mecanizado, a preparação da caixa por onde será feito esse puxamento, pode consistir dentre outros meios, na fixação de um tubo telescópico de aço.

Esse equipamento possui uma alça ajustável próximo a sua base, e sendo devidamente apoiado entre o teto, e o piso ou parede da caixa onde será feito o puxamento dos cabos de energia, permitindo assim, a obtenção de um suporte resistente para a fixação do moitão e do dinamômetro.



FONTE: Cabos de Energia - Mario Daniel T. Junior - Editora: Artliber

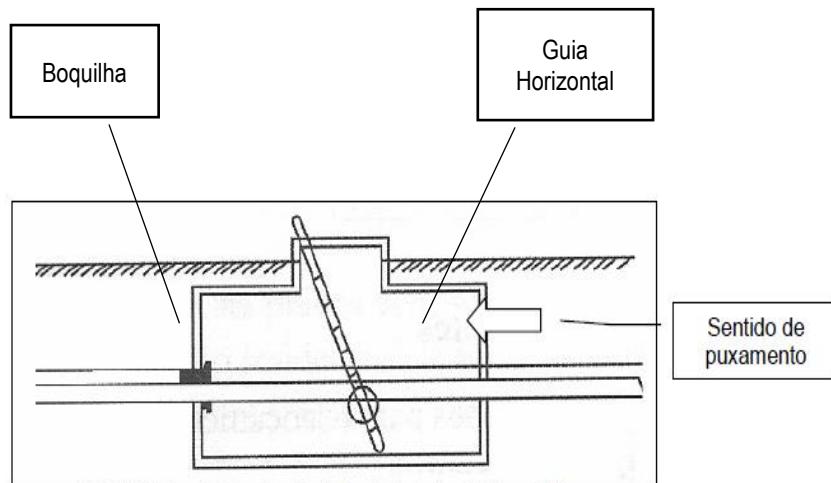
Uma vantagem do tubo telescópico, é que ele pode ser usado em caixas de diferentes alturas, sem grande dispêndio de tempo e mão de obra. Todavia, na falta desse equipamento, diversos outros arranjos podem ser idealizados, desde que não danifiquem a caixa subterrânea.

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 66 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

8.3.5 Preparação da Caixa Intermediária

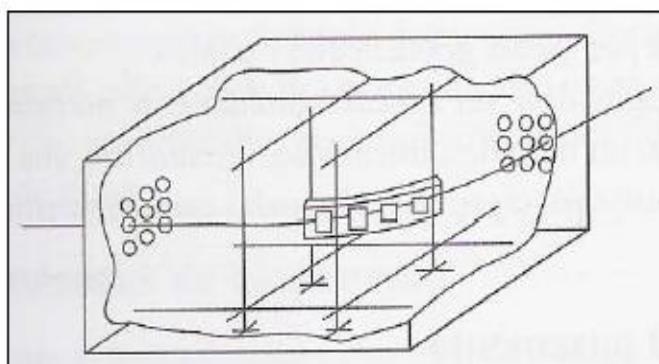
A preparação das caixas intermediárias será regida fundamentalmente, pelo grau de alinhamento dos dutos, por onde passará os cabos de energia.

Quando o banco de dutos passa linearmente pela caixa intermediária, a única providência recomendável, é a instalação de uma guia horizontal, para evitar que as quinas dos dutos provoquem danos nos cabos. O uso da boquilha também é indispensável nesse caso.



FONTE: Cabos de Energia - Mario Daniel T. Junior - Editora: Artliber

Quando os dutos não estão alinhados, obrigatoriamente devem ser empregados guias ou roletes que, deêm ao cabo a curvatura adequada, afim de evitar o seu esmagamento na saída e entrada dos dutos. Nessas situações, as curvas onde há proteção de roletes, não devem ter raio inferior a 20 vezes o diâmetro externo do cabo que está sendo lançado. É igualmente importante que os roletes tenham superfície concava, de modo a acomodar o formato cilíndrico do cabo, evitando assim possíveis danos neste.

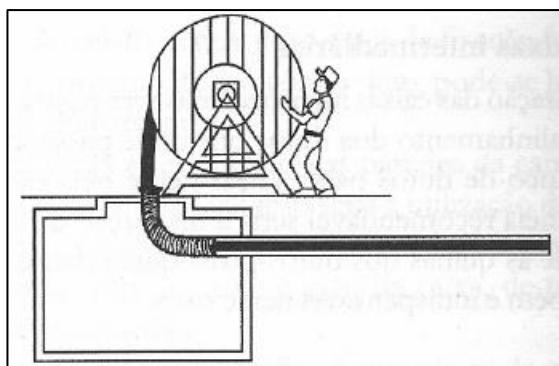


FONTE: Cabos de Energia - Mario Daniel T. Junior - Editora: Artliber

8.3.6 Preparação da Caixa de Lançamento de Cabo

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 67 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

A preparação de caixa por onde será feito o lançamento dos cabos de energia, consiste num adequado posicionamento da bobina à sua entrada e no uso do tubo de alimentação. Com isso haverá maior segurança para o cabo a ser lançado, economia de mão de obra e maior rapidez no lançamento.



FONTE: Cabos de Energia - Mario Daniel T. Junior - Editora: Artliber

A lubrificação dos cabos para o lançamento, será tão mais importante quanto maior for o comprimento do duto, o número de curvas no trajeto e diâmetro do cabo. As principais características a serem observadas na escolha de um lubrificante são: sua eficiência na redução do atrito entre o cabo e o duto, sua fácil aplicação e a garantia de que não prejudicará uma possível remoção do cabo no futuro, sendo os principais lubrificantes usados no lançamento de cabos são: talco industrial, parafina e grafite em pó.

Nota 56: É de extrema importância que, o lubrificante utilizado não prejudique a integridade da cobertura do isolamento dos cabos.

Nota 57: Vaselina não deve ser utilizada como lubrificante.

O lubrificante deve ser aplicado diretamente no cabo, à medida que este vai entrando no duto de alimentação. Da mesma forma, durante a passagem do cabo pelas caixas intermediárias, deve ser feita a aplicação do lubrificante.

8.4 Puxamento dos Cabos

Uma vez concluídos todos os preparativos, inicia-se o puxamento mediante o tracionamento do cabo de aço.

Existem basicamente dois modos dos cabos serem tracionados, durante o processo de instalação: puxamento pela cobertura e puxamento pelo condutor.

O puxamento pelo condutor deve ser adotado normalmente como regra, pois a tensão mecânica máxima permitível é maior, comparativamente ao tracionamento pela cobertura. Seja tracionado pela cobertura ou pelo condutor, o esforço de tração máximo suportado pelos cabos de cobre ou de alumínio (com isolamento sólido), é de $4 \text{ kgf/mm}^2 = 3,9 \text{ daN/mm}^2$.

Nota 58: Quando tracionado pela cobertura, a força máxima de puxamento não deve exceder a $500 \text{ Kgf} = 490 \text{ daN}$.

A TABELA F mostra os valores da força máxima de puxamento, calculados para o tracionamento de um único cabo, nas seções padronizadas pela concessionária.

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 68 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

Tabela F – Força Máxima de Puxamento por Cabo

SEÇÃO (mm ²)	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
FORÇA (kgf)	40	76	100	140	200	280	380	480	600	740	960

Caso sejam puxados dois ou mais cabos ao mesmo tempo, os valores da *TABELA F* devem ser multiplicados pela quantidade de cabos.

Para maior segurança na execução do serviço, é recomendável o emprego de meios de comunicação entre os operários envolvidos. Geralmente são usados rádios transceptores ou sinais devidamente codificados. Os pontos onde faz-se necessário este tipo de comunicação, são:

- a) Junto ao carretel do cabo;
- b) Nas caixas intermediárias;
- c) Na caixa de puxamento;
- d) Junto ao guincho de puxamento.

Com o emprego da comunicação entre esses pontos, é possível a coordenação dos movimentos, o controle da velocidade de puxamento e a imediata parada do serviço no caso de anomaliadade, em qualquer ponto sob observação.

9 TABELAS

Tabela 1 – Demanda para Lâmpada de Iluminação de Vias Pública e Vias Internas

TIPO DE LÂMPADA	POTÊNCIA
Vapor de sódio (VS 100 W)	0,110
Vapor de sódio (VS 150 W)	0,165
Vapor de sódio (VS 250 W)	0,275
Vapor de sódio (VS 400 W)	0,440
Vapor de sódio (VS 600 W)	0,660

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 69 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

Tabela 2A – Fatores de Carga Típicos

TENSÃO DE FORNECIMENTO	RAMO DE ATIVIDADE	FC
Média Tensão	Administração pública em geral	0,66
	Banco comercial	0,60
	Clínica médica	0,44
	Clínica odontológica	0,49
	Clube social, desportivo e similares	0,64
	Comércio a varejo de automóveis e utilitários	0,54
	Educação fundamental	0,61
	Educação para formação técnica e profissional	0,69
	Educação superior	0,63
	Hospital	0,82
	Hotel	0,88
	Impressão de jornais, revistas e livros	0,61
	Lanchonete e similares	0,51
	Motel (com serviço de alimentação)	0,52
	Processamento de dados	0,47
	Restaurante	0,55
	Serviços de manutenção e reparo de automóveis	0,60

Tabela 2B – Fatores de Carga Típicos

TENSÃO DE FORNECIMENTO	RAMO DE ATIVIDADE	FC
Baixa Tensão	Atividade de rádio	0,52
	Atividade de rádio e de televisão	0,82
	Banco comercial	0,58
	Habitacional	0,40
	Hotel	0,79
	Hospital	0,67
	Poder público	0,73
	Restaurante	0,72
	Supermercado	0,82

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 70 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea		Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01

Tabela 3 – Condutores de Baixa Tensão Padronizados (Isolação XLPE)

SEÇÃO (mm ²)	CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE (A) - 90° C	QUEDA TENSÃO (V/A.km)	
		F.P. 0,80	F.P. 0,92
10	55	3,38	3,81
16	70	2,17	2,44
25	90	1,42	1,57
35	108	1,10	1,18
50	127	0,80	0,87
70	154	0,59	0,62
95	184	0,43	0,45
120	209	0,38	0,38
185	263	0,27	0,25

FONTE: ABNT - NBR 14039

Tabela 4 – Escolha dos condutores da RDS em Baixa tensão (Isolação XLPE)

PARTE DA REDE DE BAIXA TENSÃO	SEÇÕES PADRONIZADAS
Tronco em Baixa Tensão	70 a 185 mm ²
Ramal em Baixa Tensão	35 a 95 mm ²
Círculo Expresso	35 a 120 mm ²

Tabela 5 – Condutores de cobre padronizados para instalação em trifólio (Isolação XLPE)

SEÇÃO (mm ²)	CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE (A) CLASSE 15 KV	CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE (A) CLASSE 36,2 KV	QUEDA TENSÃO (V/A.km)	
			F.P. 0,80	F.P. 0,92
35	108	109	0,98	1,09
50	127	128	0,76	0,82
70	154	156	0,55	0,59
95	184	186	0,43	0,44
150	234	236	0,31	0,30
185	263	265	0,27	0,25
240	303	306	0,23	0,21

FONTE: ABNT - NBR 14039

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 71 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea		Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01

Tabela 6 – Condutores de cobre padronizados para instalação em plano horizontal (Isol. XLPE)

SEÇÃO (mm ²)	CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE (A) CLASSE 15 kV	CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE (A) CLASSE 36,2 kV	QUEDA TENSÃO (V/A.km)	
			F.P. 0,80	F.P. 0,92
35				
50				
70				
95				
150	234	236	0,37	0,35
185	263	265	0,32	0,30
240	303	306	0,29	0,25

FONTE: ABNT - NBR 14039

Tabela 7 – Dimensionamento de Elos Fusíveis

Transformadores Trifásicos		
Potência (kVA)	13,8 kV	34,5 kV
75	3H	1H
112,5	5H	2H
150	6K	3H
225	8K	5H

Tabela 8 – Condutores Padronizados para Arranjo Radial Simples

MATERIAL CONDUTOR	SEÇÃO (mm ²)	UTILIZAÇÃO
Cobre	50	Ramal subterrâneo desde a derivação na rede aérea até a ET.
	70	

Tabela 9 – Condutores Padronizados para Arranjo DRS

MATERIAL CONDUTOR	SEÇÃO (mm ²)	UTILIZAÇÃO
Cobre	70	Ramal subterrâneo radial, derivado da rede aérea e que percorre toda a área atendida pelo arranjo, conectando-se às ET.
	95	

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 72 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea		Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01

Tabela 10 – Condutores Padronizados para Arranjo Primário Seletivo

MATERIAL CONDUTOR	SEÇÃO (mm ²)	UTILIZAÇÃO
Cobre	185	Tronco do circuito alimentador
	95	Ramal desde o alimentador até a ET
	35	Ramal de ligação de equipamento (da chave de transferência ao transformador)

Tabela 11 – Condutores Padronizados para Arranjo Anel Aberto

MATERIAL CONDUTOR	SEÇÃO (mm ²)	UTILIZAÇÃO
Cobre	240	Tronco do circuito alimentador
	185	Tronco do circuito alimentador
	95	Tronco do circuito alimentador
		Ramal desde o alimentador até a ET
	35, 50 e 70	Ramal desde o alimentador até a ET
		Ramal de ligação de equipamento (da chave de 3 posições ao transformador)

Tabela 12 – Condutores Padronizados para Arranjo Reticulado Dedicado

MATERIAL CONDUTOR	SEÇÃO (mm ²)	UTILIZAÇÃO
Cobre	185	Tronco do circuito alimentador
	95	
	35	Ramal desde o alimentador até a ET
		Ramal de ligação de equipamento (da chave seccionadora ao transformador)

Tabela 13 – Dimensionamento do Condutor de Proteção

MATERIAL DO CONDUTOR FASE	SEÇÃO DO CONDUTOR FASE (mm ²)	SEÇÃO DO CONDUTOR PROTEÇÃO (mm ²)
Cobre	35	35
	95	95
	120	
	185	

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 73 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

Tabela 14 – Escolha dos dutos

TIPO DE REDE		CONDUTOR (mm²)	TAMANHO DO DUTO	CONFIGURAÇÃO DOS CABOS
Baixa Tensão	Ramal de ligação	6, 10, 16, 25 e 35	50	Trifólio
	Demais situações	35 a 150	100	Trifólio
		185	125	Trifólio
Média Tensão	15 kV	35, 70, 95 e 150	100	Trifólio
		185 e 240	125	Trifólio
			ou 100	ou Plano Horizontal
	34,5 kV	35, 70, 150, 185 e 240	150 ou 100	Trifólio ou Plano Horizontal

Tabela 15 – Profundidade mínima do banco de dutos

TIPO DE CIRCUITO	DUTO SOB PASSEIOS OU ÁREAS VERDES	DUTO SOB RUAS OU AVENIDAS
Primário	900 mm	1200 mm
Secundário	700 mm	1000 mm
Ramal de ligação	700 mm	800 mm

Tabela 16 – Distâncias mínimas para outras instalações

TIPO DE INSTALAÇÃO	DISTÂNCIA
Banco de dutos existente	0,20
Linhas de Telecomunicações	Ao cruzar
	Em paralelo
Tubulações de água e esgoto	0,30
Tubulações de gás	Ao cruzar
	Em paralelo
Distância horizontal para construções adjacentes	0,50

Tabela 17 – Assentamento das placas e concreto armado

LARGURA DA VALA	DIMENSÃO DA PLACA (m)	SENTIDO DA PLACA EM RELAÇÃO À VALA
Até 0,40	0,50 x 0,30 x 0,04	Dimensão 0,50 em sentido longitudinal
Entre 0,40 e 0,70		Dimensão 0,50 em sentido transversal
De 0,70 e 0,85	1,00 x 0,50 x 0,04	Dimensão 1,00 em sentido longitudinal
Entre 0,85 e 1,20		Dimensão 1,00 em sentido transversal

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 74 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea		Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01

Tabela 18 – Faixa Granulométrica de Projeto para traço de “massinha”

PENEIRA	% PASSANDO, EM PESO
3,3	75 – 100
N° 4	55 – 65
N° 10	19 – 33
N° 40	8 – 19
N° 80	5 – 13
N° 100	4 – 12
N° 200	2 – 8
Variação de CAP	5,20 – 5,80%
Densidade do Projeto	2,342 Kg/dm ³
Densidade mínima	2,225 Kg/dm ³

Tabela 19 – Faixa Granulométrica de Projeto para traço CBUQ

PENEIRA	% PASSANDO, EM PESO
3/4	100
1/2	85 – 95
3/8	75 – 85
N° 4	56 – 66
N° 10	38 – 48
N° 40	18 – 28
N° 80	10 – 16
N° 200	2 – 6
Variação de CAP	5,60 – 6,20%
Densidade do Projeto	2,355 Kg/dm ³
Densidade mínima	2,237 Kg/dm ³

Tabela 20 – Dimensões das caixas utilizadas na rede secundária

TIPO DE CAIXA	DESENHO N°	DIÂMETRO INTERNO (mm)	ALTURA INTERNA (mm)	ALTURA DO PESCOÇO (mm)	TAMPÃO (mm)
BTSE	31 e 32	2500	2000	500	660
BT	33 e 34	1600	2000	500	660
CB1	35	560 x 560	600	-	T-33

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 75 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

Tabela 21 – Local de Instalação e Uso

CAIXA PADRÃO	LOCAL DE INSTALAÇÃO	UTILIZAÇÃO
BTSE	<ul style="list-style-type: none"> • Saída da ET; • Ângulos superiores a 10°; • Ao longo da rede secundária, onde previsto posicionamento da bobina para lançamento dos cabos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Caixa de passagem ou derivação com até 25 circuitos com condutores de seção até 185 mm², mais I.P.
BT	<ul style="list-style-type: none"> • Ao longo da rede secundária, onde não for prevista a instalação da caixa BTSE, no fim da rede de dutos e entrada de U.C. com carga instalada superior a 75 kW. 	<ul style="list-style-type: none"> • Caixa de passagem ou derivação com até 25 circuitos com condutores de seção até 185 mm², mais I.P.
CB1	<ul style="list-style-type: none"> • Entrada de U.C. com carga instalada igual ou inferior a 75 kW. 	<ul style="list-style-type: none"> • Caixa de passagem do ramal de ligação com condutores de seção até 35 mm² e ramais de I.P.

Tabela 22 – Dimensões das caixas utilizadas na rede primária

TIPO DE CAIXA	DESENHO N°	DIÂMETRO INTERNO (mm)	ALTURA INTERNA (mm)	ALTURA DO PESCOÇO (mm)	TAMPÃO (mm)
MTSE	36 e 37	1600	2000	500	660
MTE	38, 39 e 40	4000	2000	500	1050
MT	41 e 42	2500	2000	500	1050
MT1	43 e 44	1400	1500	500	660

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 76 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea		Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01

Tabela 23 – Local de Instalação e Uso

CAIXA PADRÃO	LOCAL DE INSTALAÇÃO	UTILIZAÇÃO
MTSE	<ul style="list-style-type: none"> Entrada da ET; Ao longo da rede primária onde não for prevista caixa MTE; e Próximo ao poste de transição. 	<ul style="list-style-type: none"> Caixa de passagem com até três circuitos; Transição rede aérea para subterrânea.
MTE	<ul style="list-style-type: none"> Saídas das subestações de distribuição; Nos pontos de instalação de acessórios e equipamentos; Ao longo da rede onde for previsto o posicionamento da bonina para o lançamento dos cabos; e Ângulos superiores a 10°. 	<ul style="list-style-type: none"> Caixa de derivação, inspeção e passagem; Instalação de acessórios ou equipamentos em 13,8 e 34,5 kV.
MT	<ul style="list-style-type: none"> Transição de rede aérea para rede subterrânea; e Ao longo da rede primária. 	<ul style="list-style-type: none"> Caixa de passagem com mais de três circuitos primários em 13,8 e 34,5 kV; Instalação de acessórios.
MT1	<ul style="list-style-type: none"> Entrada de U.C. atendida em tensão primária. 	<ul style="list-style-type: none"> Ponto de entrega de U.C. em tensão primária.

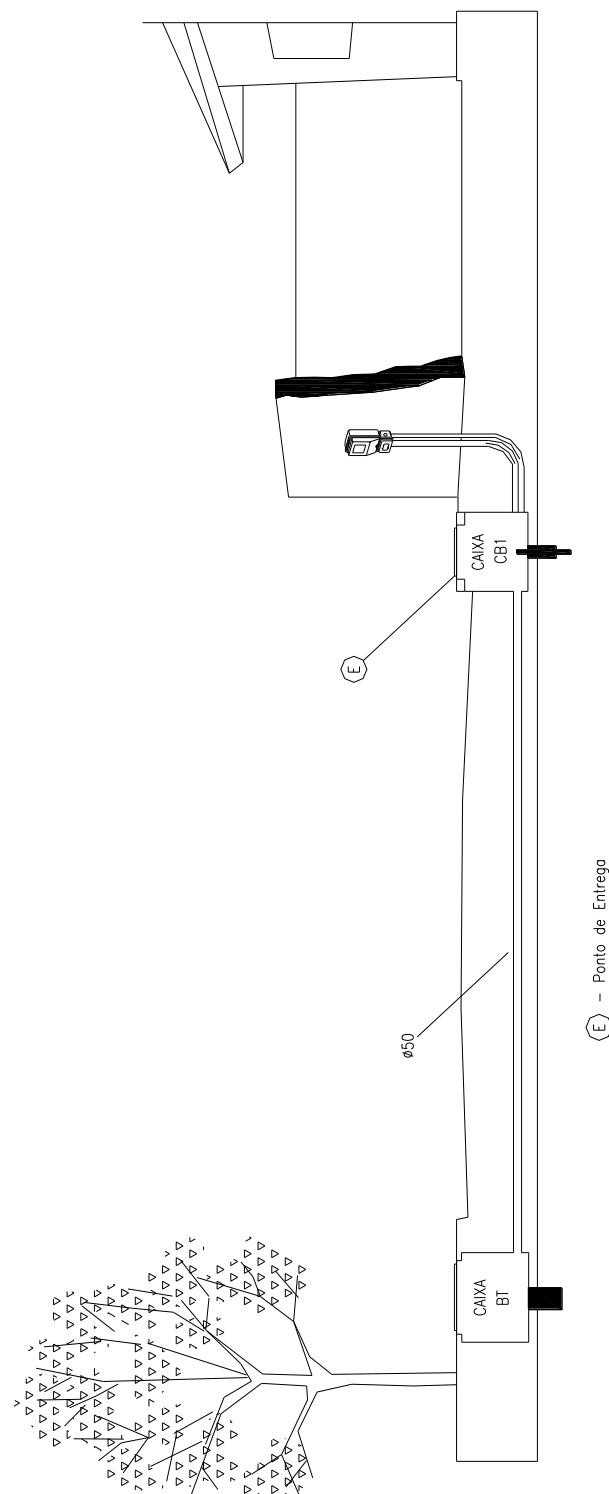
Tabela 24 – Raio Mínimo de Curvatura Para Cabos → Tensão de Isolação Até 0,6/1 kV

(D) DIÂMETRO NOMINAL (E) ESPESSURA NOMINAL DA ISOLAÇÃO (mm)		D ≤ 25	25 < D ≤ 50	D > 50
(E >) QUE	(E ≤) A	VEZES O DIÂMETRO EXTERNO NOMINAL DO CABO		
-	4	4	5	6
4	8	5	6	7
8	-	-	7	8

Tabela 25 – Raio Mínimo de Curvatura Para Cabos → Tensão de Isolação a Partir de 8,7/15 kV

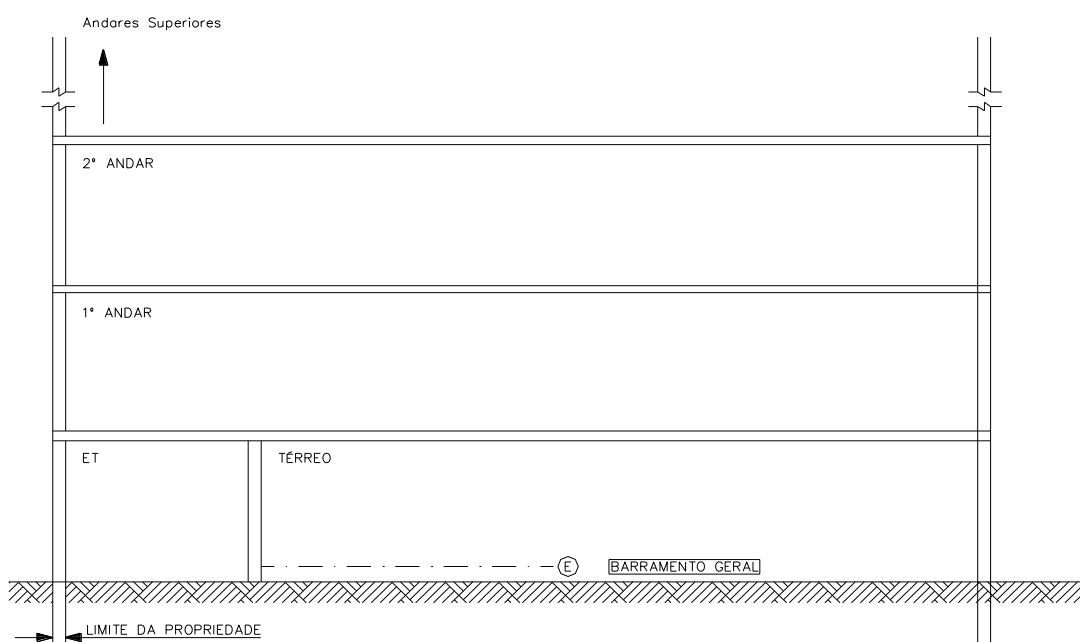
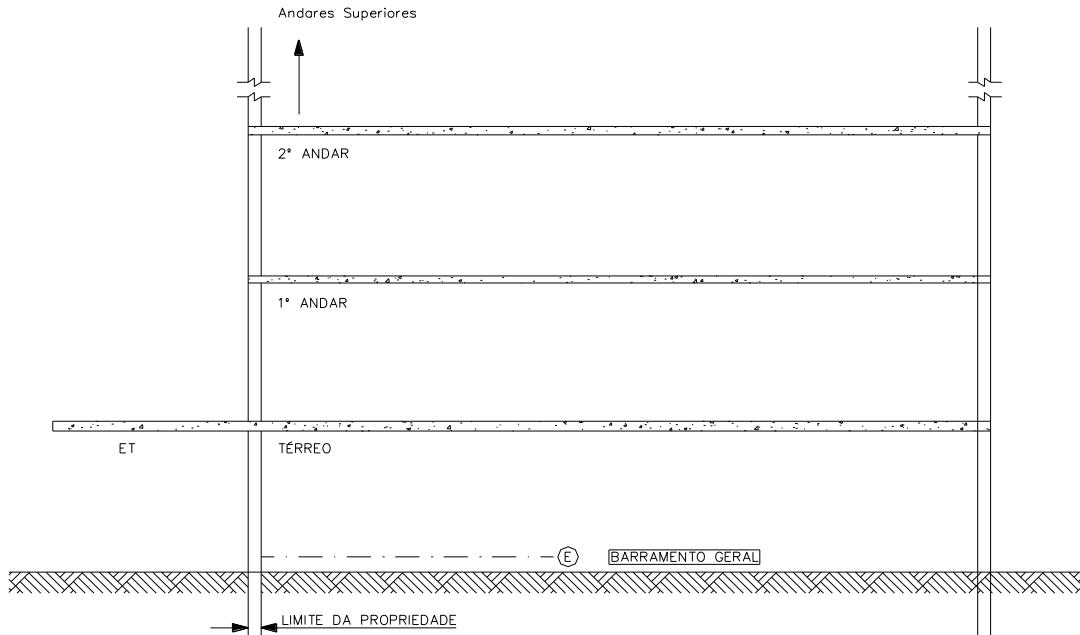
CABO	VEZES O DIÂMETRO EXTERNO NOMINAL DO CABO
Cabos com blindagem de fios de cobre	12
Cabos com amarração de fitas planas	14

Título: Redes de Distribuição Subterrânea

Código:
NT.019.EQTL.Normas e
PadrõesRevisão:
01**10 DESENHOS****DESENHO 1 – LOCALIZAÇÃO DO PONTO DE ENTREGA – RAMAL DE LIGAÇÃO SUBTERRÂNEO EM LOCAL DE REDE SUBTERRÂNEA**

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 78 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

DESENHO 2 – LOCALIZAÇÃO DO PONTO DE ENTREGA – CONDOMÍNIOS VERTICais



Nota 59: A localização do ponto de entrega não se altera independentemente do fornecimento a ser efetuado por cabos ou barramento blindado.

Título: Redes de Distribuição Subterrânea

 Código:
 NT.019.EQTL.Normas e
 Padrões

 Revisão:
 01

DESENHO 3 – SIMBOLOGIA

Existente	Projetado	Descrição
_____	-----	REDE SUBTERRÂNEA DE BT
-- • --- • --	---•---•---	REDE SUBTERRÂNEA DE AT
	-----	REDE SUBTERRÂNEA DE BT EXISTENTE COM REABERTURA
	-- • --- • -- ---•---•---	REDE SUBTERRÂNEA DE AT EXISTENTE COM REABERTURA
Fonte $\frac{axb}{cxd}$ Carga	Fonte $\frac{axb}{cxd}$ Carga	REDE DE DUTOS SENDO: axb: N° DE LINHAS E COLUNAS DO ÚLTIMO NÍVEL. cxd: N° DE LINHAS E COLUNAS DOS DEMAIS NÍVEIS
○	○	POSTE CIRCULAR
○→-	○→-	RAMAL PRIMÁRIO SUBTERRÂNEO ÚNICO
○→- -	○→- -	RAMAL PRIMÁRIO SUBTERRÂNEO DUPLO
[ET]	[ET]	ESTAÇÃO TRANSFORMADORA ET
[CB]	[CB]	CONJUNTO DE BARRAMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO DE BAIXA TENSÃO - CBT
	■	CAIXA TIPO "CB" 1
	●	CAIXA TIPO "CB" 2
○	○	CAIXA TIPO "MT" 1
○	○	CAIXA TIPO "BT"
○	○	CAIXA TIPO "BTSE"
○	○	CAIXA TIPO "ATSE"
△	△	CAIXA TIPO "MTSE"
○	○	CAIXA TIPO "MT"
→→	→→	CAIXA TIPO "MTE" RETO - TDR
→←	→←	TERMINAL DESCONETÁVEL COTOVELO - TDC
→↓	→↓	TERMINAL BÁSICO BLINDADO - TBB
→○→	→○→	BARRAMENTO TRIPLEX-BTX

Título: Redes de Distribuição Subterrânea

 Código:
**NT.019.EQTL.Normas e
Padrões**

 Revisão:
01

Existente	Projetado	Descrição
		BARRAMENTO QUADRIPLEX-BQX
		EMENDA RETA FIXA DE MT
		DERIVAÇÃO DE BT
		INDICADOR DE DEFEITO
		TRANSFORMADOR
		ATERRAMENTO
		PÁRA-RAIOS DESCONECTÁVEL
		CHAVE SECCIONADORA DE 3 POSIÇÕES, DUAS VIAS SEM INTERRUPTOR DE FALTA
		CHAVE SECCIONADORA DE 3 POSIÇÕES, DUAS VIAS COM INTERRUPTOR DE FALTA
		CHAVE DE TRANSFERÊNCIA AUTOMÁTICA DE 3 POSIÇÕES, 3 VIAS, SEM INTERRUPTOR DE FALTA NA VIA DE SAÍDA
		CHAVE DE TRANSFERÊNCIA AUTOMÁTICA DE 3 POSIÇÕES, 3 VIAS, COM INTERRUPTOR DE FALTA NA VIA DE SAÍDA
		CHAVE DE TRANSFERÊNCIA AUTOMÁTICA DE 3 POSIÇÕES, 4 VIAS, COM INTERRUPTOR DE FALTA NAS VIAS DE SAÍDA
		CHAVE DE TRANSFERÊNCIA AUTOMÁTICA DE 3 POSIÇÕES, 5 VIAS, COM INTERRUPTOR DE FALTA NAS VIAS DE SAÍDA
		FUSÍVEL TIPO NH
		SECCIONADOR FUSÍVEL SÓB CARGA
		DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO
		PROTETOR DE RETICULADO
		CHAVE FUSÍVEL
S3	CARACTERÍSTICAS S3	SECCIONALIZADOR TRIFÁSICO
R3	CARACTERÍSTICAS R3	RELIGADOR TRIFÁSICO
	INDICA RETIRAR	
	INDICA INSTALAR	

Título: Redes de Distribuição Subterrânea

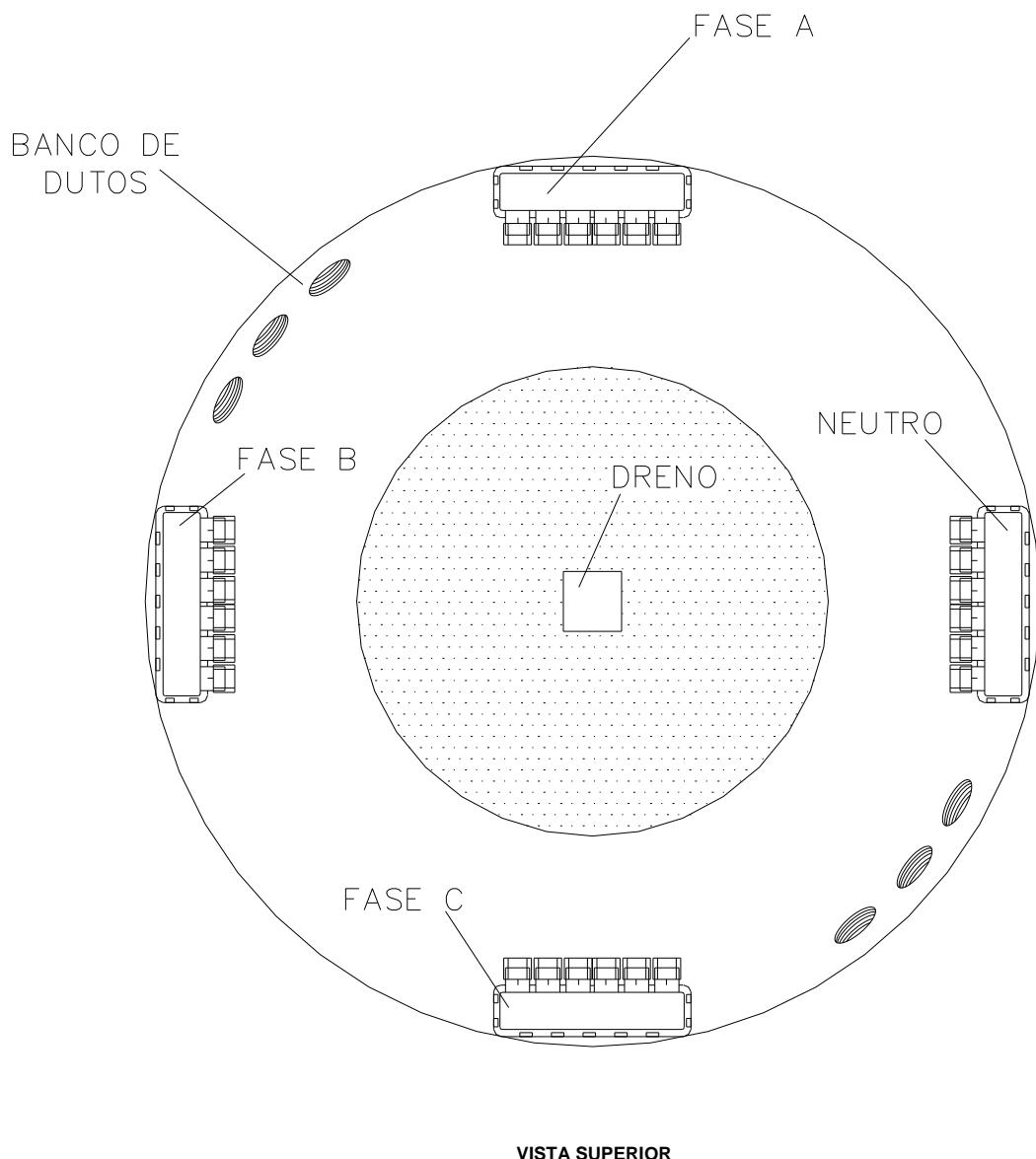
 Código:
 NT.019.EQTL.Normas e
 Padrões

 Revisão:
 01

Existente	Projetado	Descrição				
		TERMINAL EXTERNO PRIMÁRIO COM MUFLA				
		TERMINAL INTERNO PRIMÁRIO COM MUFLA				
		EMENDA DESCONECTÁVEL RETA				
		EMENDA DESCONECTÁVEL DE DERIVAÇÃO SIMPLES				
		EMENDA DESCONECTÁVEL DE DERIVAÇÃO DUPLA				
		FIM DE LINHA PRIMÁRIA - FLP				
		SECCIONAMENTO DE CIRCUITO PRIMÁRIO				
		EMENDA RETA FIXA DE BT				
		EMENDA RETA DE DERIVAÇÃO SIMPLES DE BT				
		EMENDA RETA DE DERIVAÇÃO DUPLA DE BT				
		EMENDA DE DERIVAÇÃO EM BARRAMENTO MÚLTIPLO ISOLADO				
		QUADRO DE DISTRIB. EM PEDESTAL - Q-T	<input type="checkbox"/> X5	<input type="checkbox"/> X6	-	<input type="checkbox"/> X7
		MEDIDA PARA LIGAÇÃO DE ADMINISTRAÇÃO				
		RELÉ FOTOELÉTRICO DE COMANDO INDIVIDUAL				
		RELÉ FOTOELÉTRICO DE COMANDO EM GRUPO				
		TRANSFORMADOR AÉREO DA CONCESSIONÁRIA - TA				
		TRANSFORMADOR EM PEDESTAL DA CONCESSIONÁRIA - TP				
		TRANSFORMADOR DO CLIENTE - TC				
		INDICA DESLOCAR				

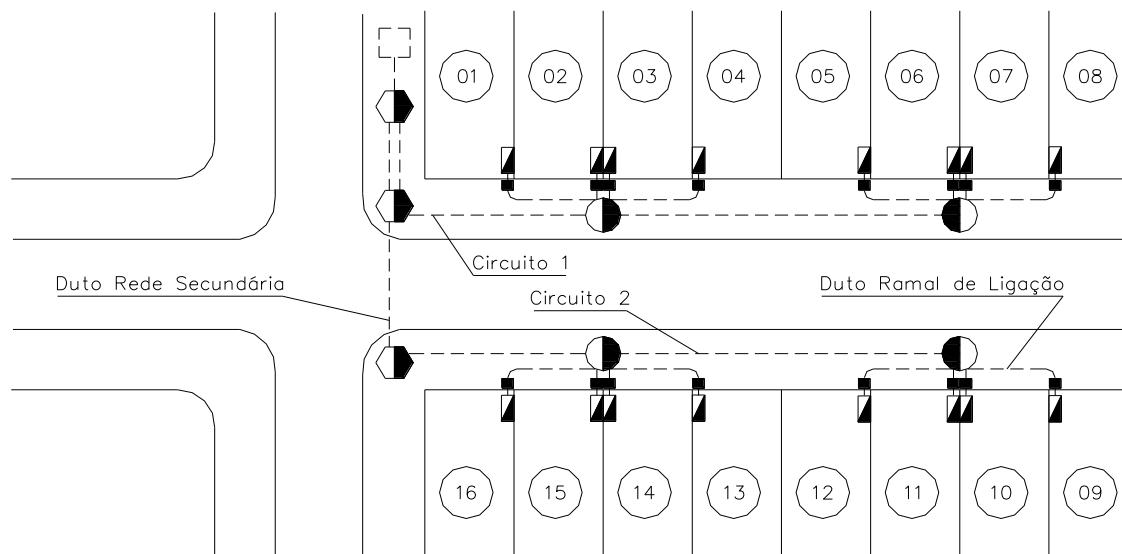
equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 82 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

DESENHO 4 – BARRAMENTO MÚLTIPLO ISOLADO – EXEMPLO DE INSTALAÇÃO



equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 83 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

DESENHO 5 – TRAÇADO DA REDE DE BAIXA TENSÃO – PARA ATENDIMENTO A UNIDADES CONSUMIDORAS (EM AMBOS OS LADOS DA VIA DE CIRCULAÇÃO DE VEÍCULOS)



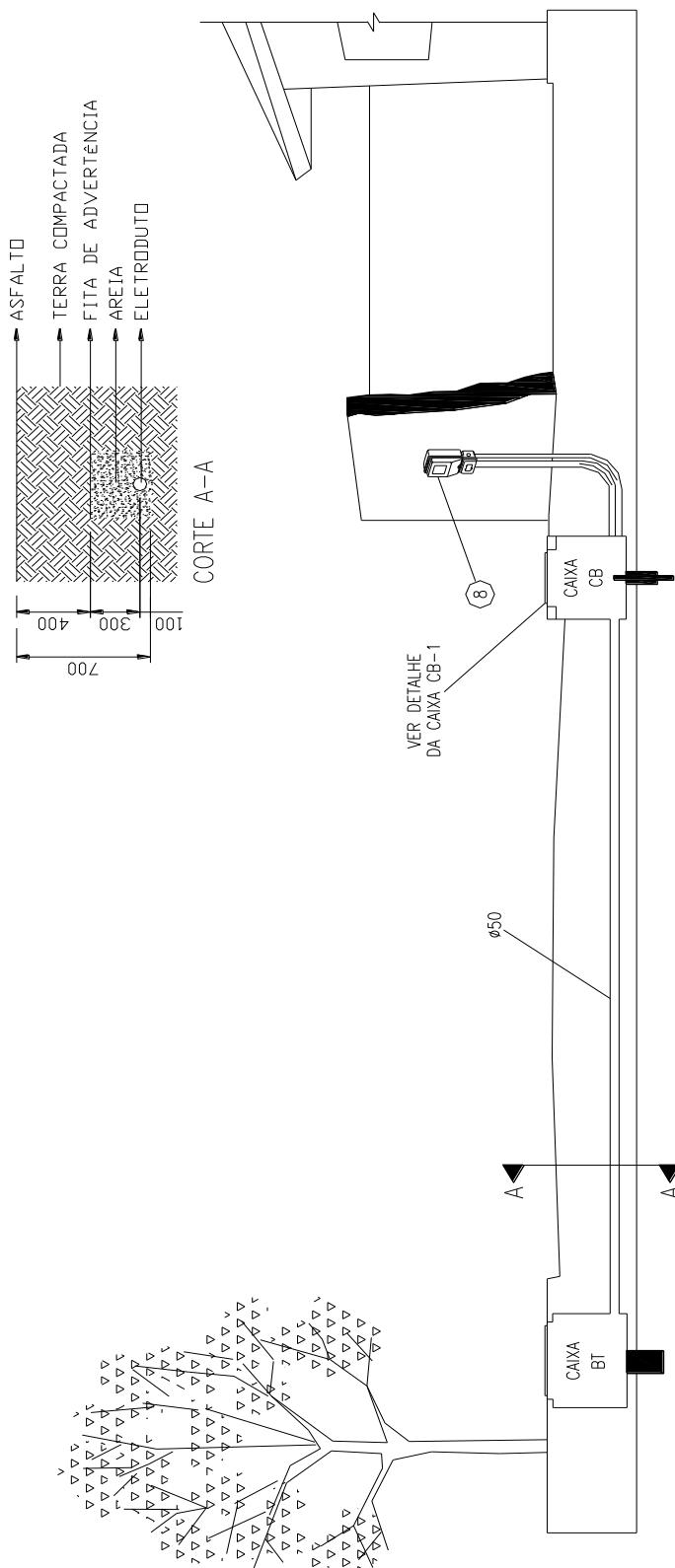
LEGENDA:

- [] ET
- [] CAIXA TIPO BTSE
- [] CAIXA TIPO CB1
- [] CAIXA TIPO BT
- [] PADRÃO DE ENTRADA

----- BANCO DE DUTOS DA REDE E RAMAL DE LIGAÇÃO

Título: Redes de Distribuição Subterrânea

 Código:
**NT.019.EQTL.Normas e
Padrões**

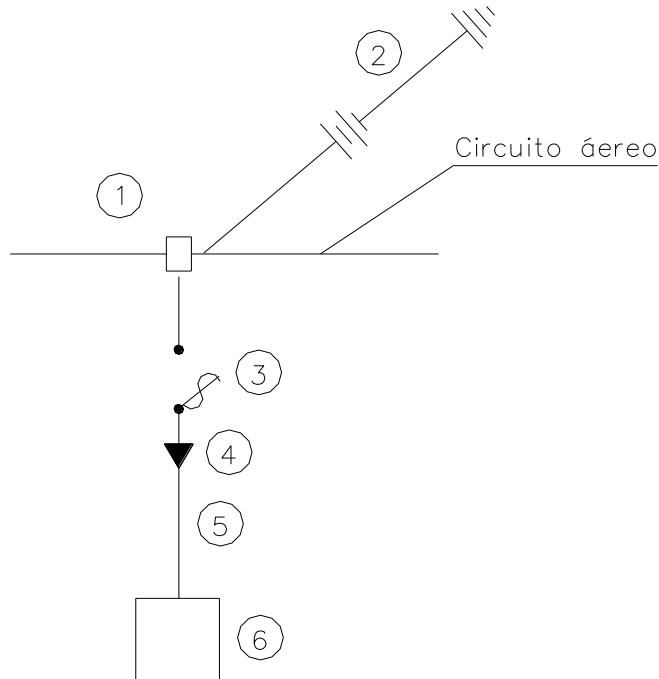
 Revisão:
01
DESENHO 6 – RAMAL DE LIGAÇÃO – DETALHES CONSTRUTIVOS


NOTAS:

- dovrá ser deixada uma sobra de um metro de cabo no interior da caixa;
- A borda do eltrodo não deve conter rebordos;
- Antes do concretagem da laje de piso o terreno deverá ser bem apilado e compactado;
- Opcionalmente, a tampa poderá ser executada em concreto;
- Para caixas construídas em locais que permitem o trânsito de veículos de carga pesada, usar tamppão I-100, fazendo as adaptações necessárias na caixa;
- a caixa CB1 de propriedade do cliente deve ser construída na via pública, no limite do lote da "Uc" a ser dendifida;
- O dimensionamento do podrido de entrada até a caixa CB1 deverá estar em conformidade com os tabelas 10 e 11 do NT.15.001.

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 85 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

DESENHO 7 – ARRANJO RADIAL SIMPLES

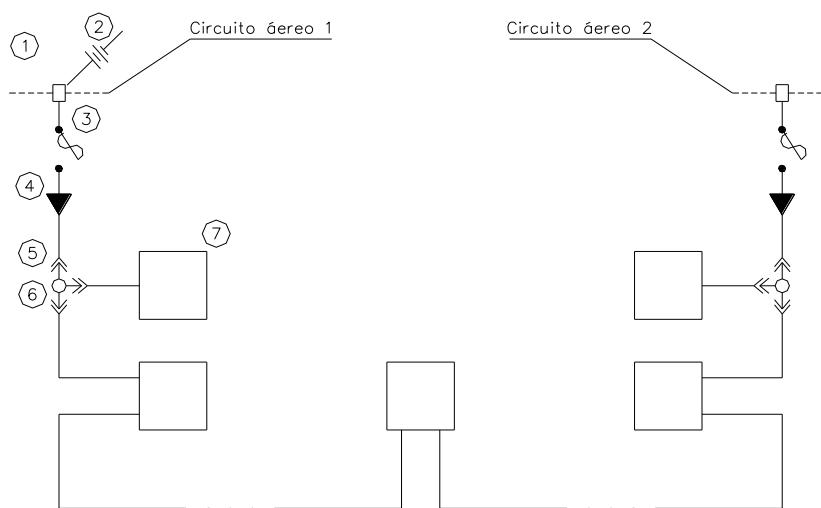


- (1) Poste de Transição
- (2) Pára-raios de Rede Aérea
- (3) Proteção Primária (Chave Fusível, Chave Automatizada ou Religador)
- (4) Terminais (Muflas)
- (5) RDS Primária
- (6) Estação Transformadora

Título: Redes de Distribuição Subterrânea

 Código:
 NT.019.EQTL.Normas e
 Padrões

 Revisão:
 01

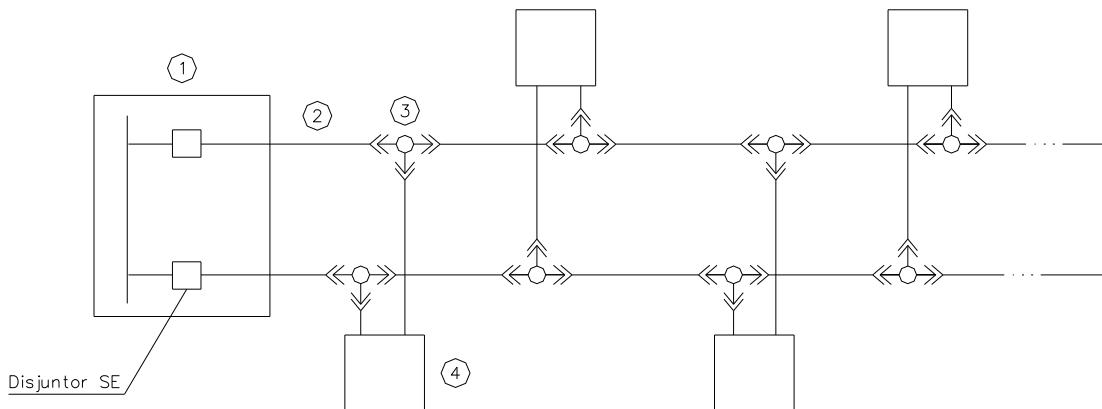
DESENHO 8 – ARRANJO DRS


- ① Poste de Transição
- ② Pára-raios de Rede Aérea
- ③ Proteção Primária (Chave Fusível, Chave Automatizada ou Religador)
- ④ Terminais (Muflas)
- ⑤ RDS Primária
- ⑥ Acessório Desconectável (BTX ou TBB)
- ⑦ Estação Transformadora

Nota 60: Quando o arranjo for composto por apenas uma ET, fica dispensado a instalação do BTX e os condutores primários são conectados diretamente no transformador tipo pedestal.

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 87 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

DESENHO 9 – ARRANJO PRIMÁRIO SELETIVO

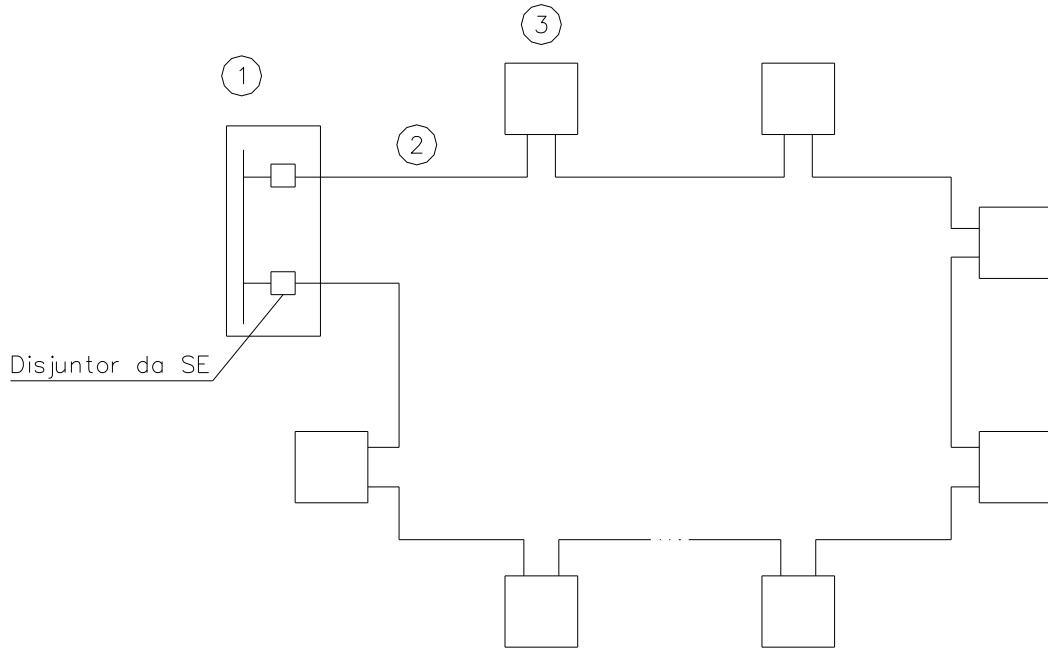


- (1) Subestação de Distribuição
- (2) RDS Primária
- (3) Acessório Desconectável (BTX ou TBB)
- (4) Estação Transformadora

Nota 61: Este desenho é válido para as configurações: Primário Seletivo, Dedicado e Generalizado.

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 88 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

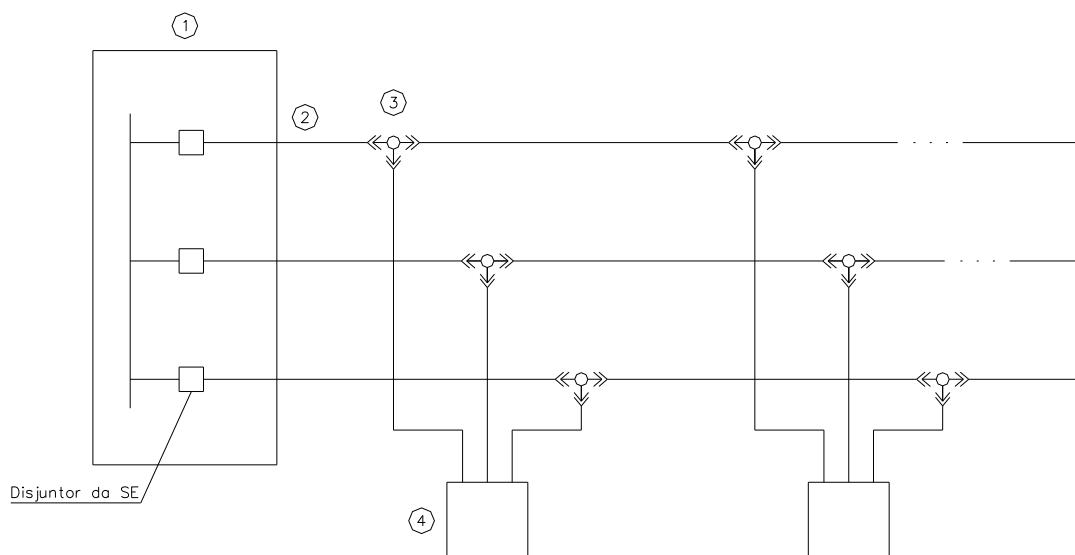
DESENHO 10 – ARRANJO PRIMÁRIO EM ANEL ABERTO



- ① Subestação de Distribuição
- ② RDS Primária
- ③ Estação Transformadora

Nota 62: Na ET que divide o carregamento entre os dois alimentadores em cerca de 50%, a chave de transferência deve permanecer na posição “desligada”.

Título: Redes de Distribuição Subterrânea

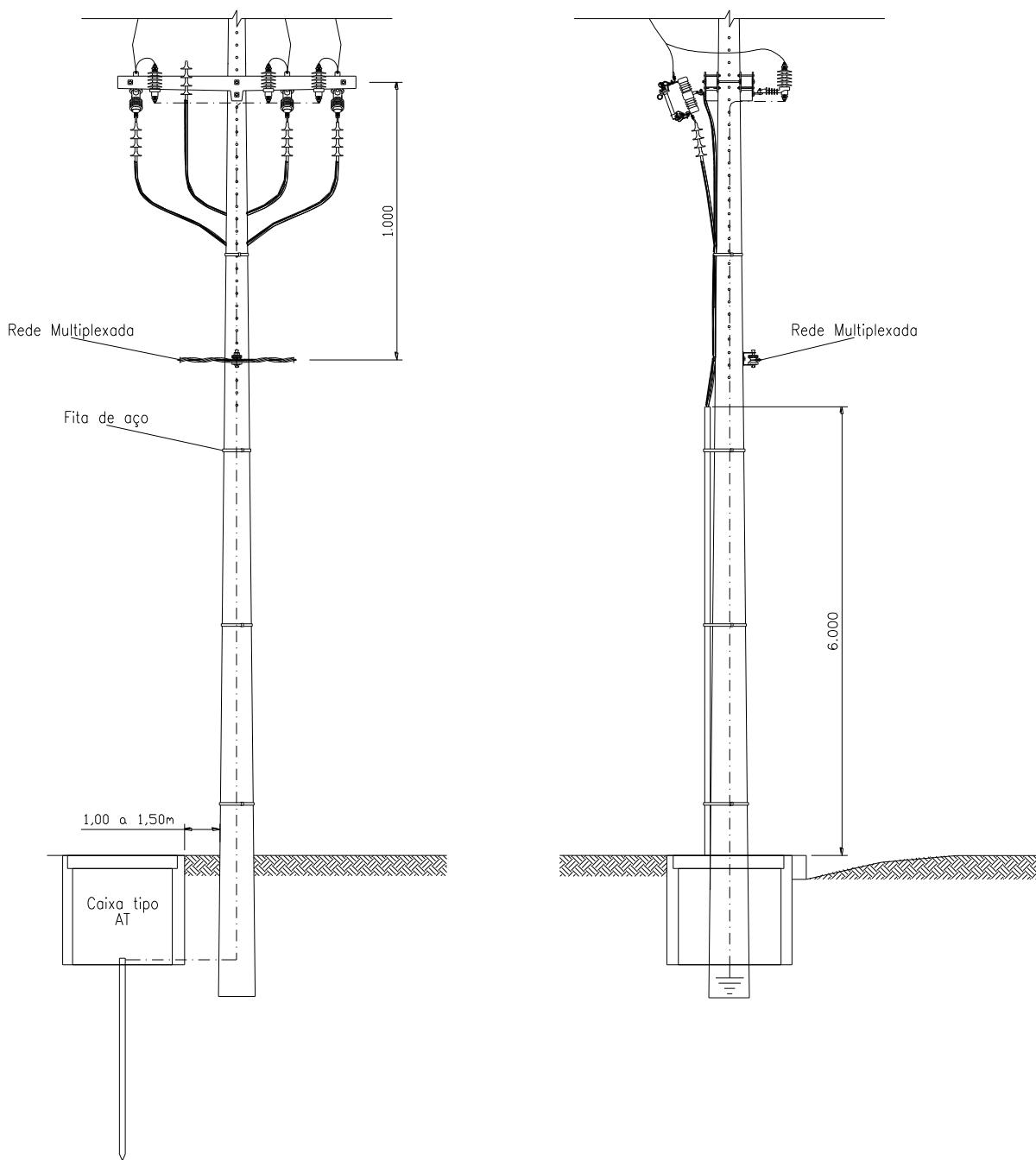
Código:
NT.019.EQTL.Normas e
PadrõesRevisão:
01**DESENHO 11 – ARRANJO RETICULADO DEDICADO**

- ① Subestação de Distribuição
- ② RDS Primária
- ③ Acessório Desconectável (BTX ou TBB)
- ④ Estação Transformadora

Título: Redes de Distribuição Subterrânea

 Código:
 NT.019.EQTL.Normas e
 Padrões

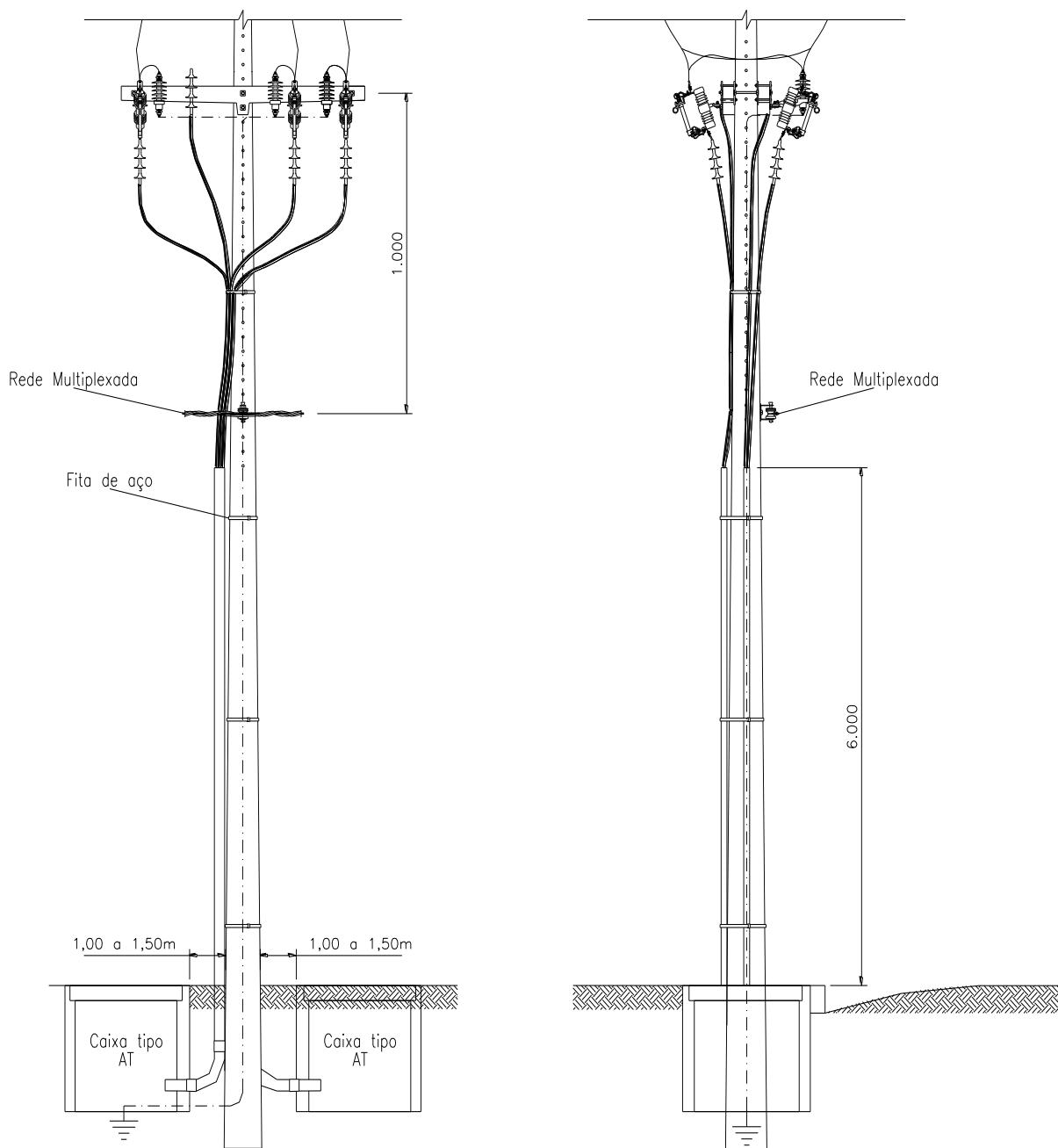
 Revisão:
 01

DESENHO 12 – POSTE DE TRANSIÇÃO – DERIVAÇÃO ÚNICA


Título: Redes de Distribuição Subterrânea

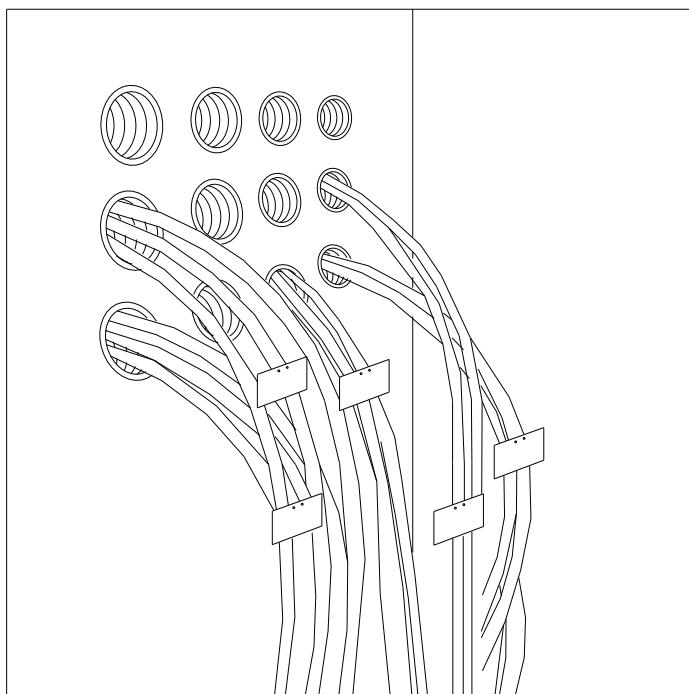
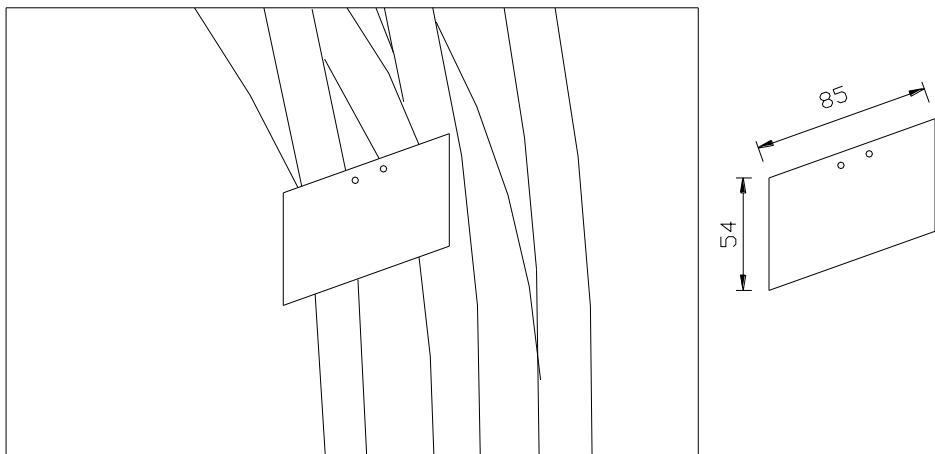
 Código:
 NT.019.EQTL.Normas e
 Padrões

 Revisão:
 01

DESENHO 13 – POSTE DE TRANSIÇÃO – DERIVAÇÃO DUPLA

Nota 64: Cotas em milímetros.

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 92 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

DESENHO 14 – CARTÃO PARA IDENTIFICAÇÃO DE CIRCUITOS

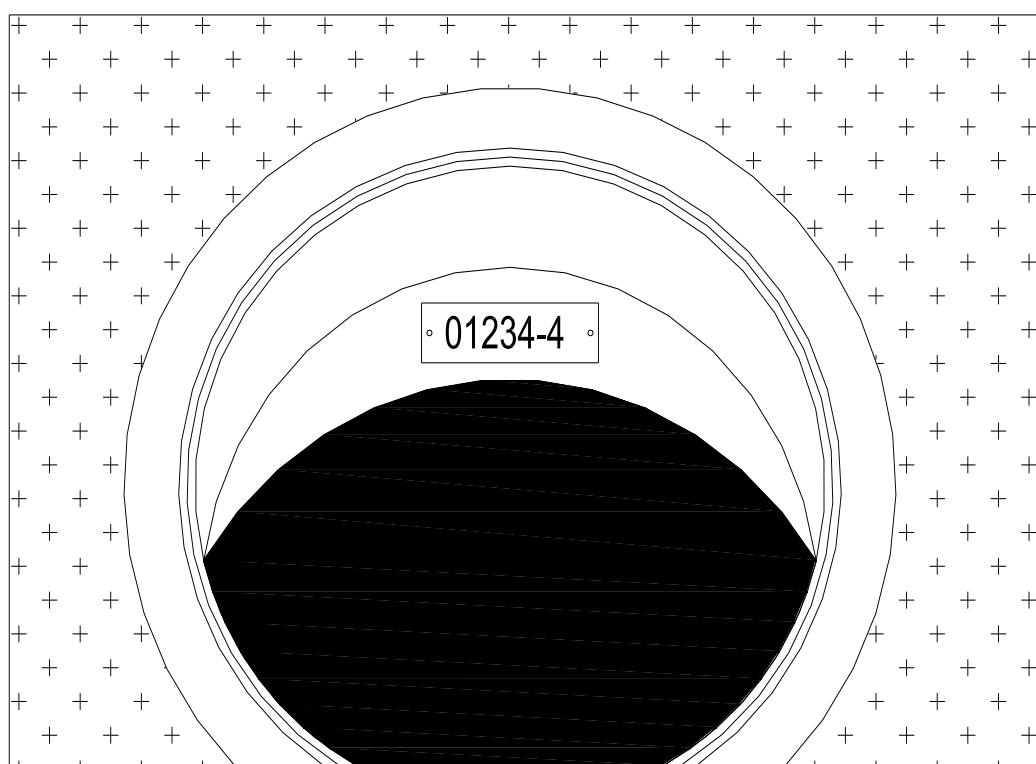
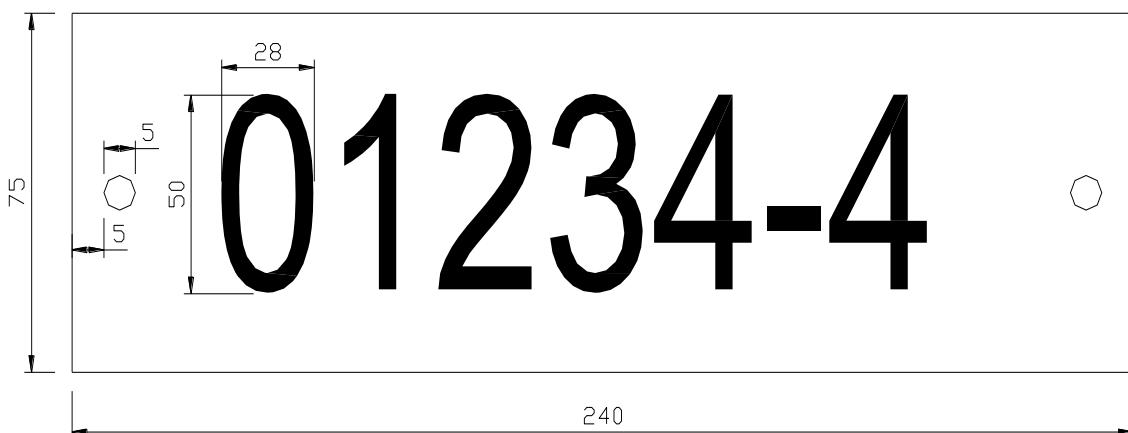


Nota 65: Material do cartão: plástico.

Nota 66: Gravação mecânica de auto relevo.

Nota 67: Fixação no cabo por meio de abraçadeira auto-travante ou fio isolado de 1,5mm² sendo ambos, preferencialmente na cor preta.

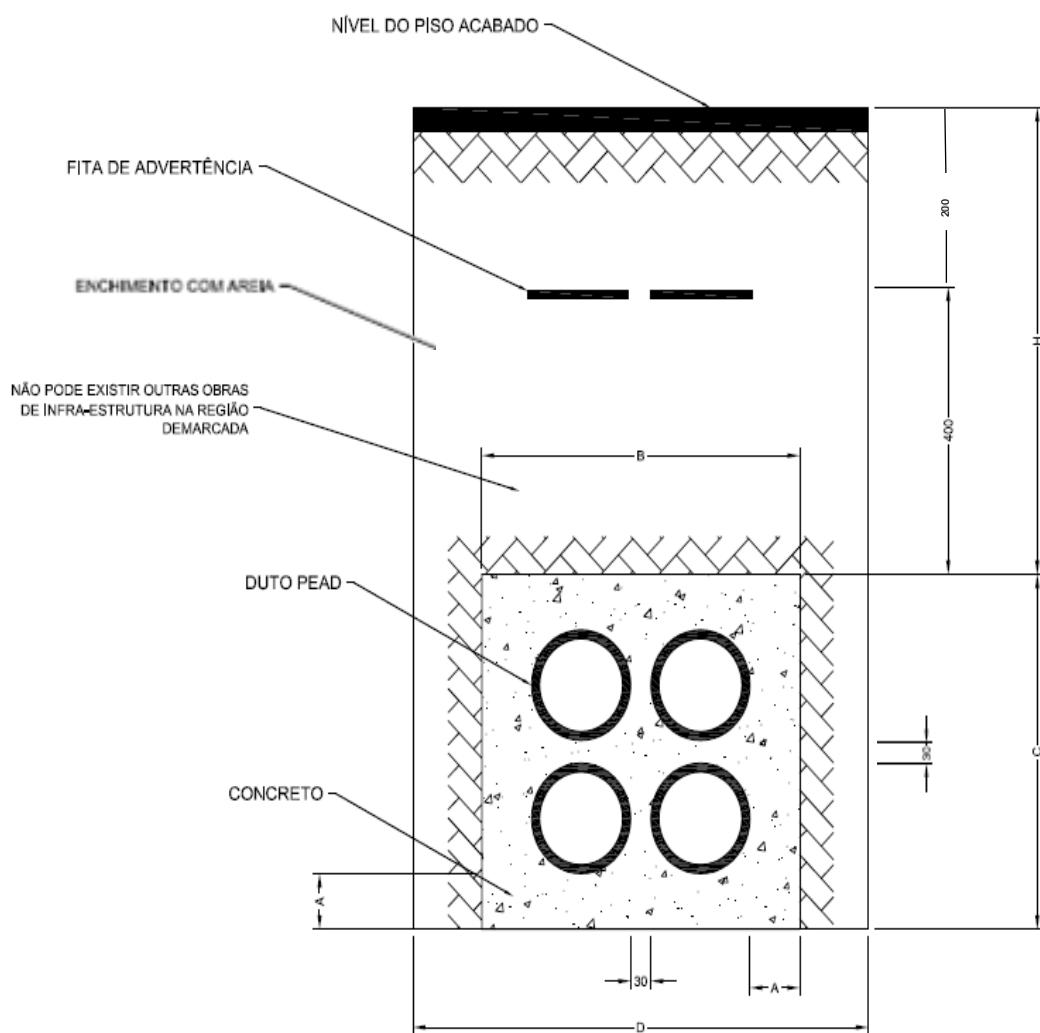
Título: Redes de Distribuição Subterrânea

Código:
NT.019.EQTL.Normas e
PadrõesRevisão:
01**DESENHO 15 – IDENTIFICAÇÃO DAS CAIXAS SUBTERRÂNEAS**

Título: Redes de Distribuição Subterrânea

 Código:
 NT.019.EQTL.Normas e
 Padrões

 Revisão:
 01

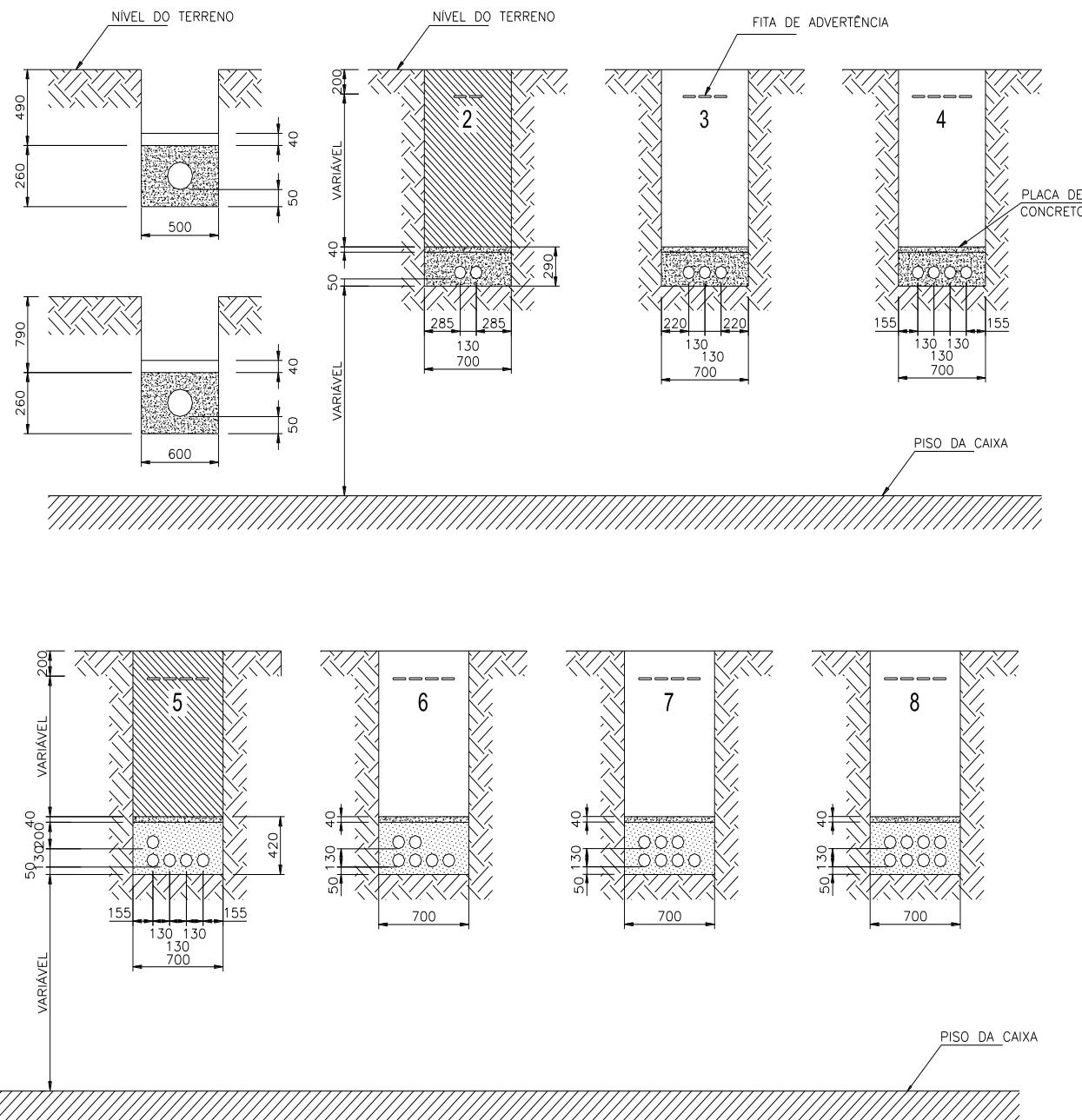
DESENHO 16 – LOCALIZAÇÃO DA FITA DE ADVERTÊNCIA, EM RELAÇÃO AOS DUTOS


Título: Redes de Distribuição Subterrânea

 Código:
**NT.019.EQTL.Normas e
Padrões**

 Revisão:
01

DESENHO 17 – BANCO DE DUTOS DIRETAMENTE ENTERRADOS Ø 100 MM FORMAÇÃO DE 1 ATÉ 8 DUTOS

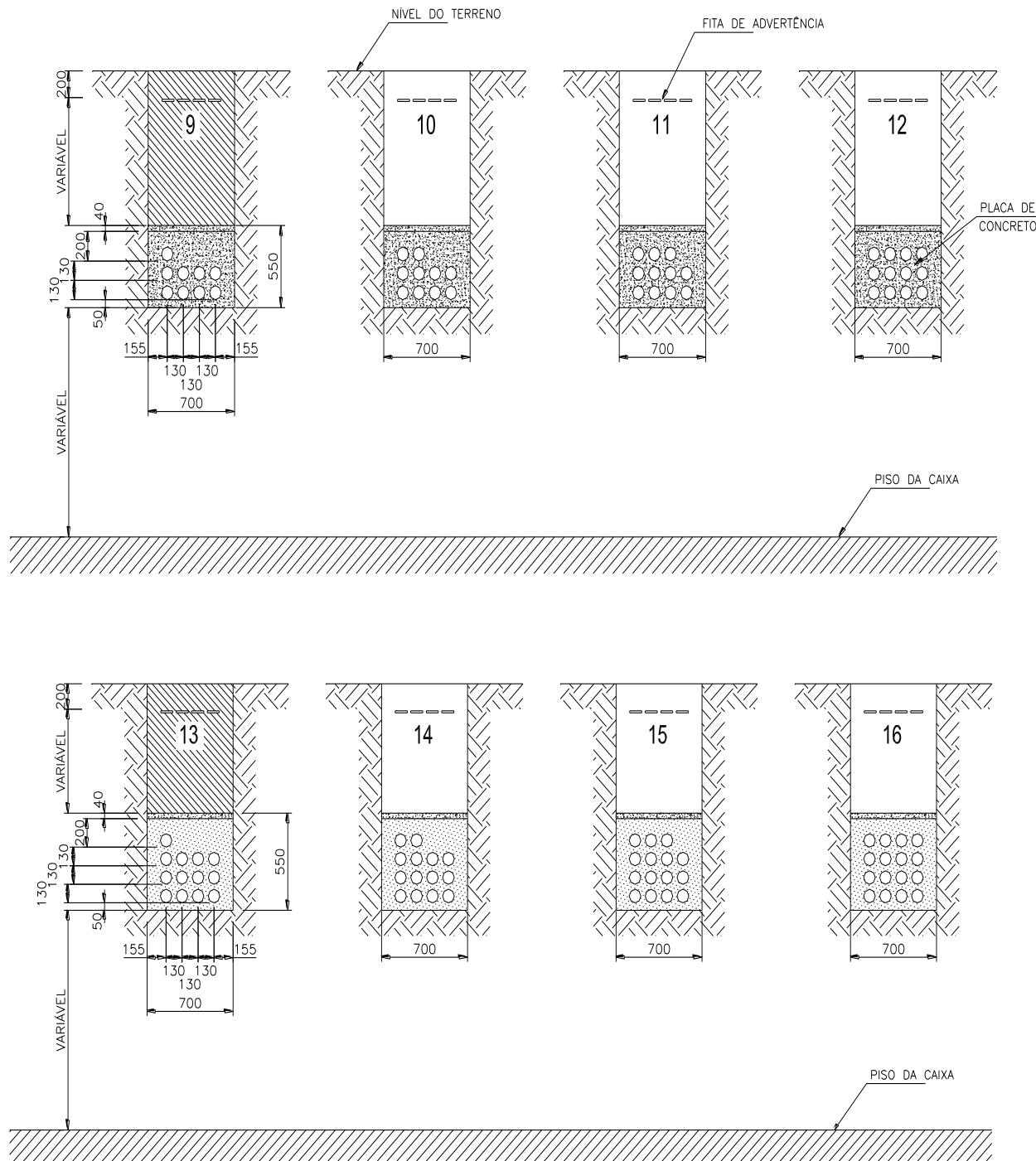


Título: Redes de Distribuição Subterrânea

 Código:
 NT.019.EQTL.Normas e
 Padrões

 Revisão:
 01

DESENHO 18 – BANCO DE DUTOS DIRETAMENTE ENTERRADOS Ø 100 mm FORMAÇÃO E 9 ATÉ 16 DUTOS

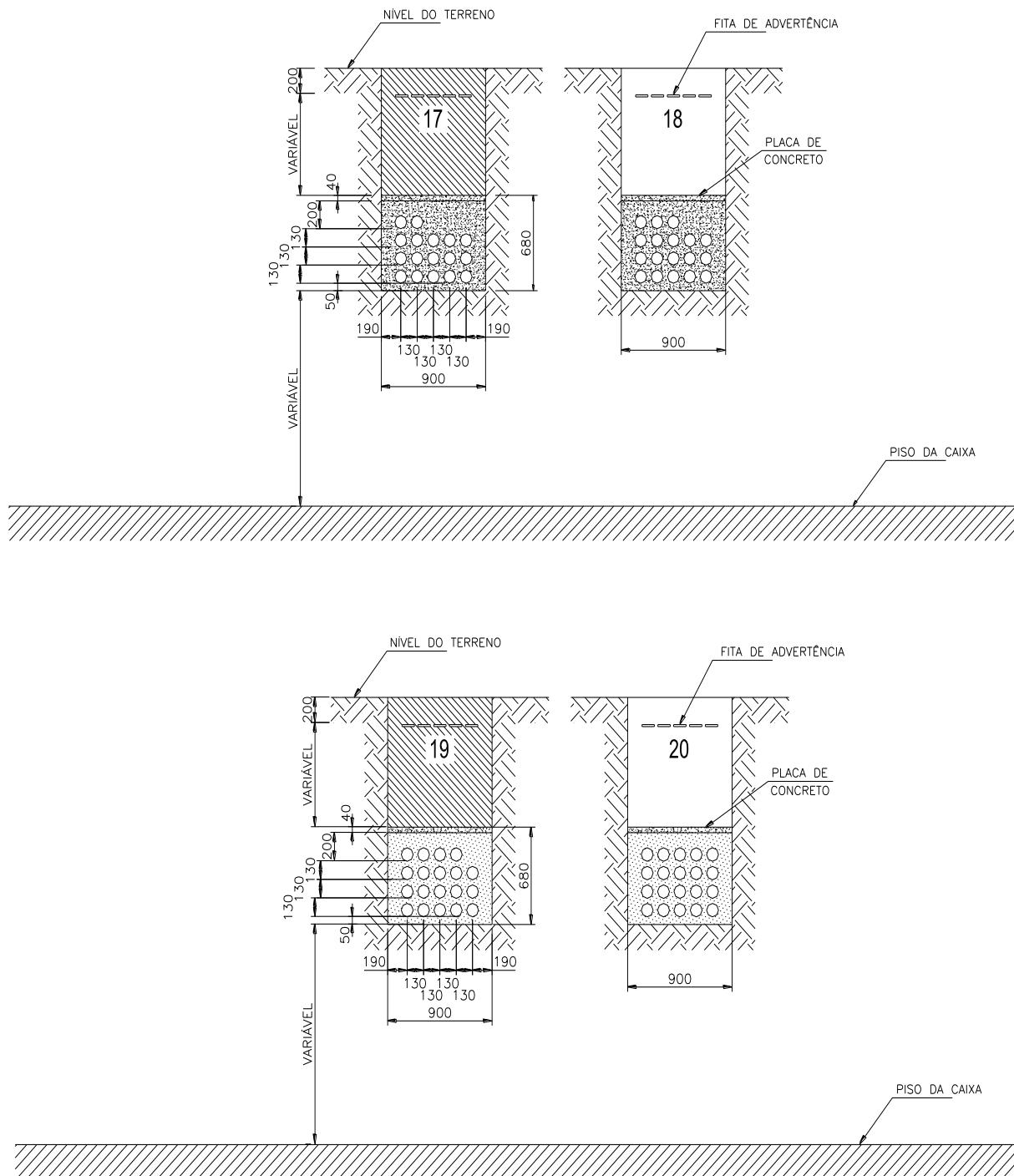


Título: Redes de Distribuição Subterrânea

 Código:
**NT.019.EQTL.Normas e
Padrões**

 Revisão:
01

DESENHO 19 – BANCO DE DUTOS DIRETAMENTE ENTERRADOS Ø 100 mm FORMAÇÃO DE 17 ATÉ 20 DUTOS

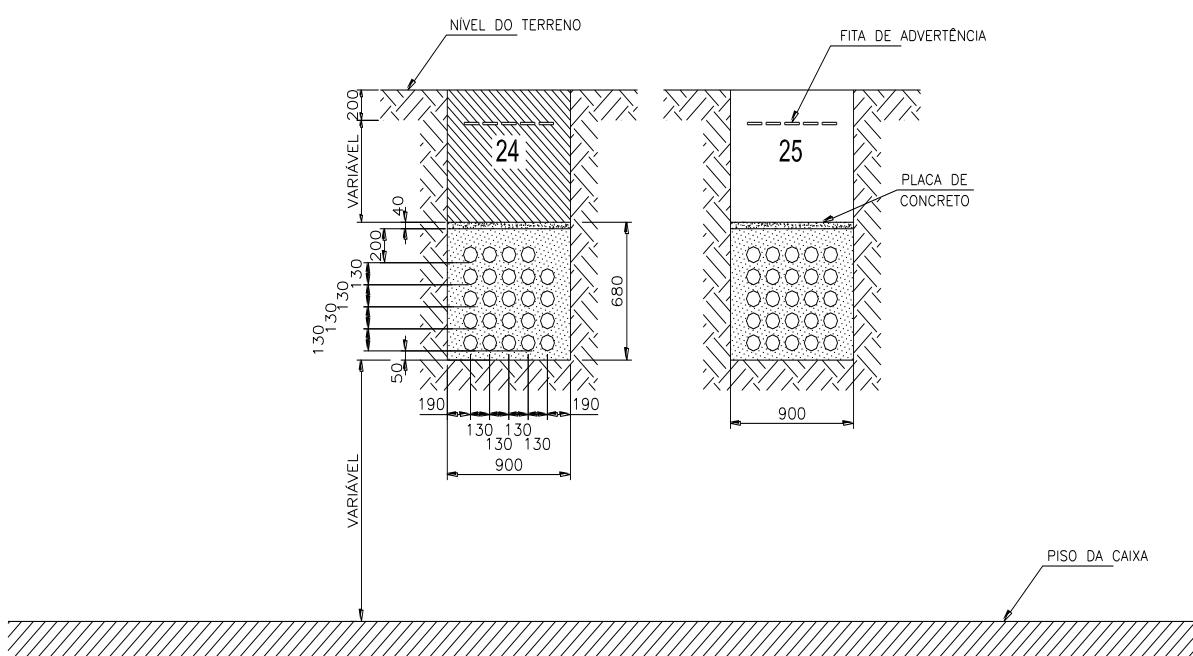
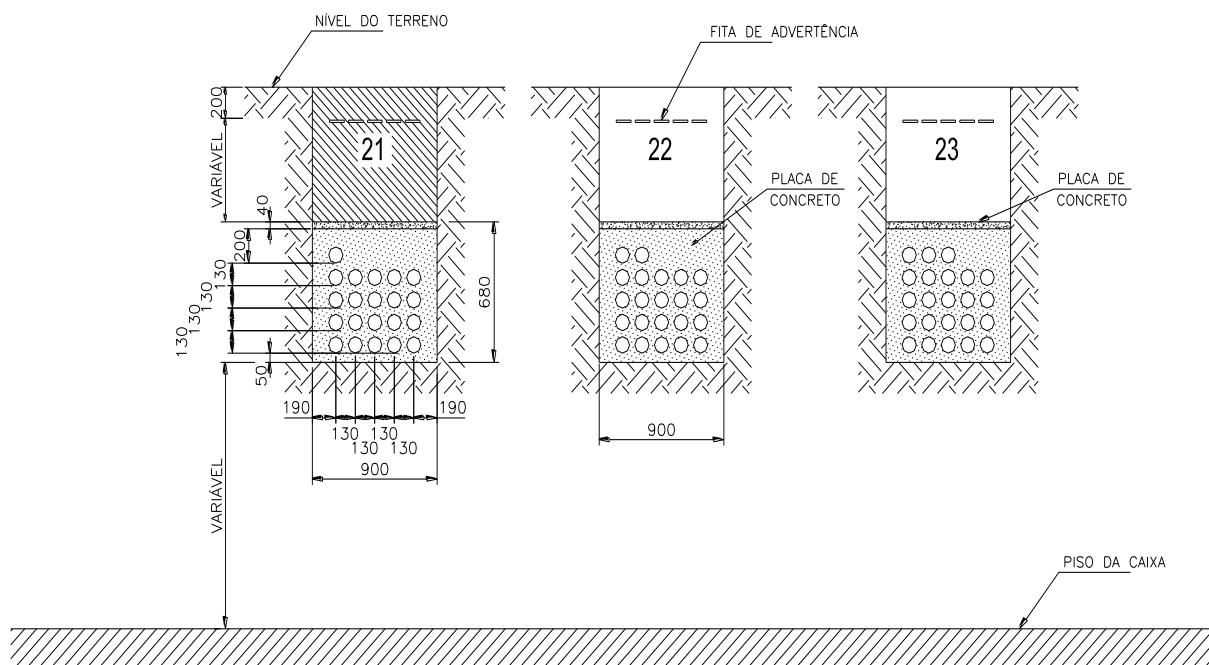


Título: Redes de Distribuição Subterrânea

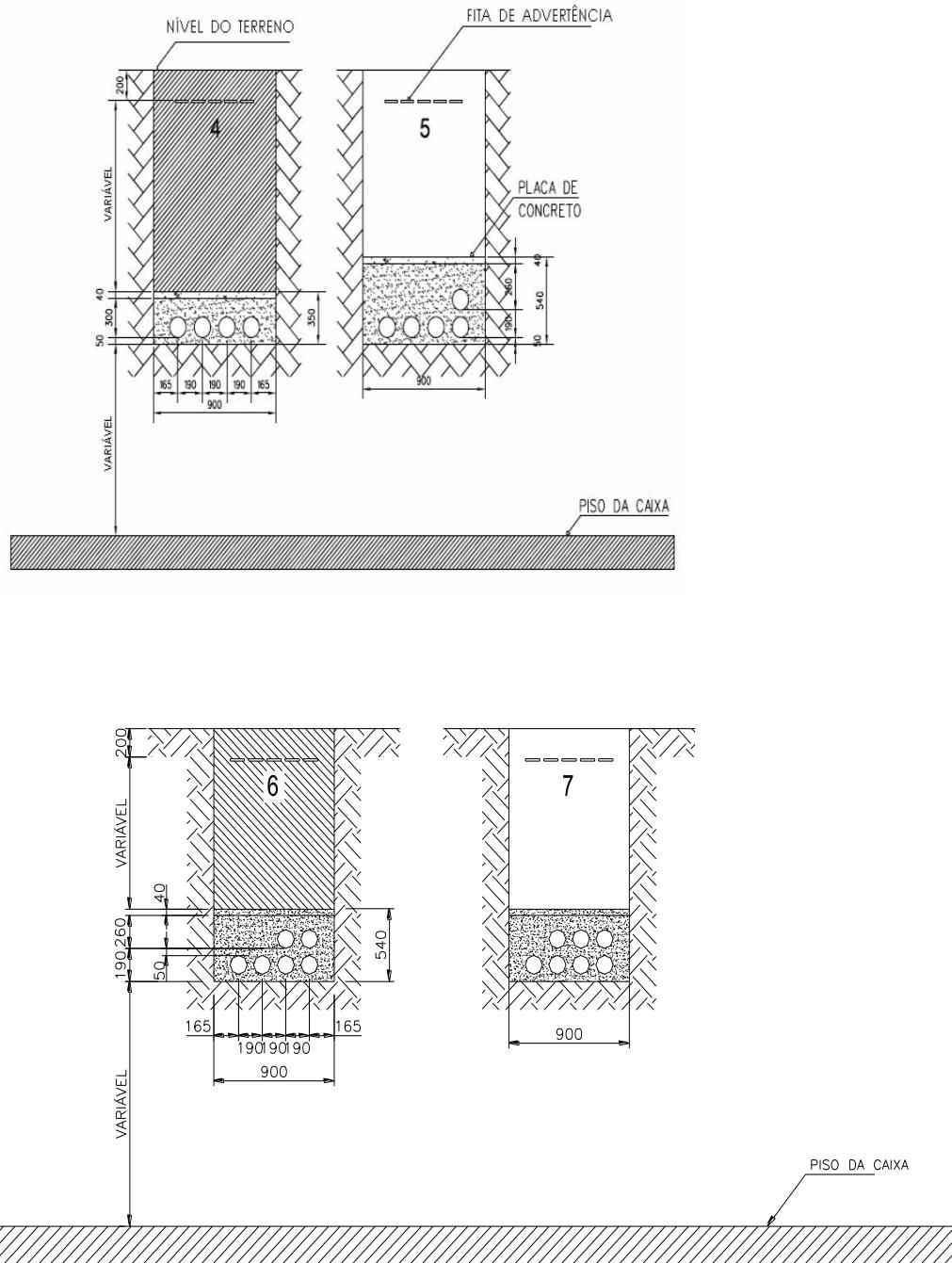
 Código:
**NT.019.EQTL.Normas e
Padrões**

 Revisão:
01

DESENHO 20 – BANCO DE DUTOS DIRETAMENTE ENTERRADOS Ø 100 mm FORMAÇÃO DE 21 ATÉ 25 DUTOS



Título: Redes de Distribuição Subterrânea

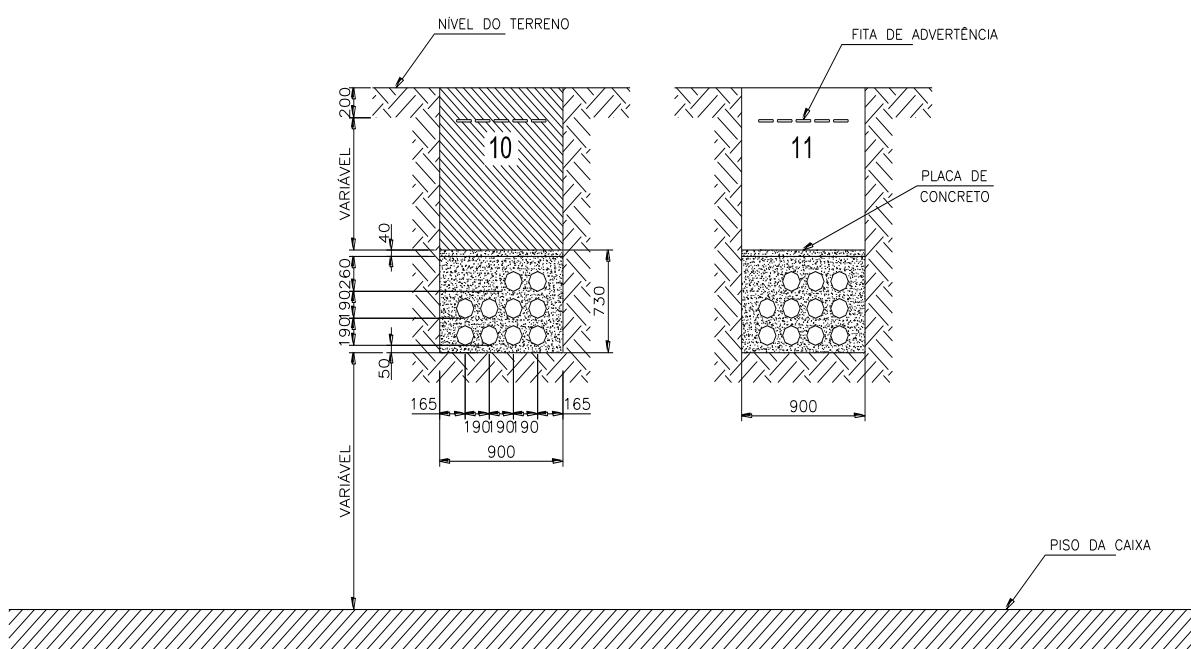
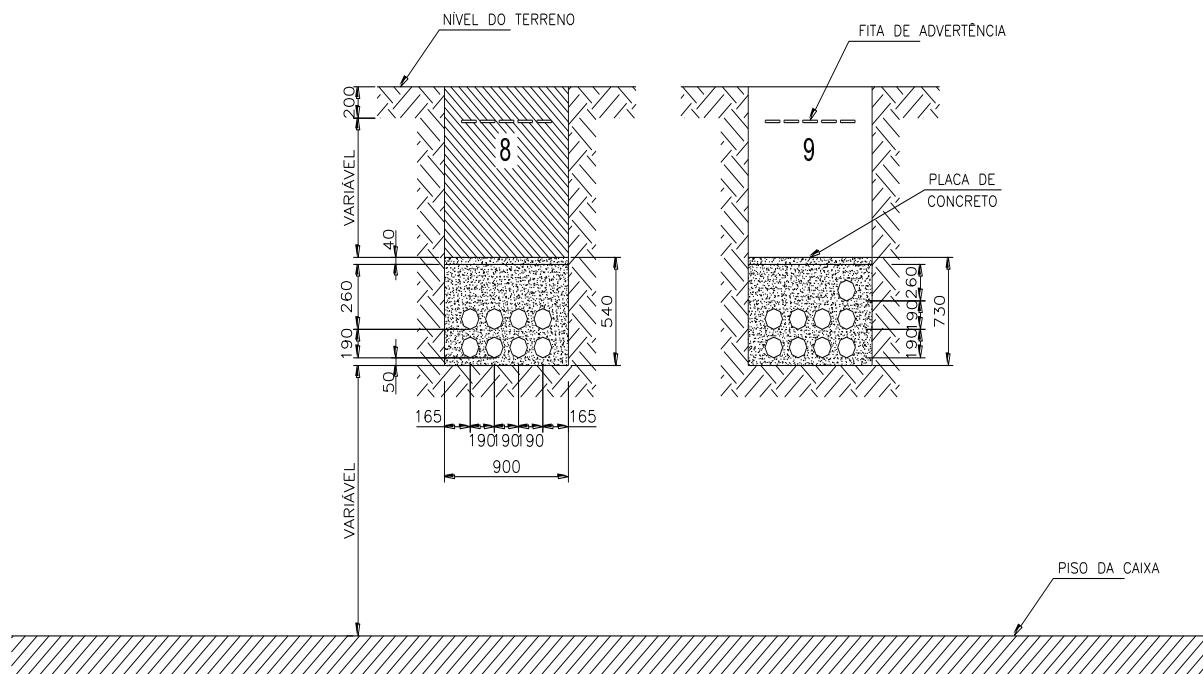
Código:
NT.019.EQTL.Normas e
PadrõesRevisão:
01**DESENHO 21 – BANCO DE DUTOS DIRETAMENTE ENTERRADOS Ø 125 mm FORMAÇÃO DE 4 ATÉ 7 DUTOS**

Título: Redes de Distribuição Subterrânea

 Código:
**NT.019.EQTL.Normas e
Padrões**

 Revisão:
01

DESENHO 22 – BANCO DE DUTOS DIRETAMENTE ENTERRADOS Ø 125 mm FORMAÇÃO DE 8 ATÉ 11 DUTOS

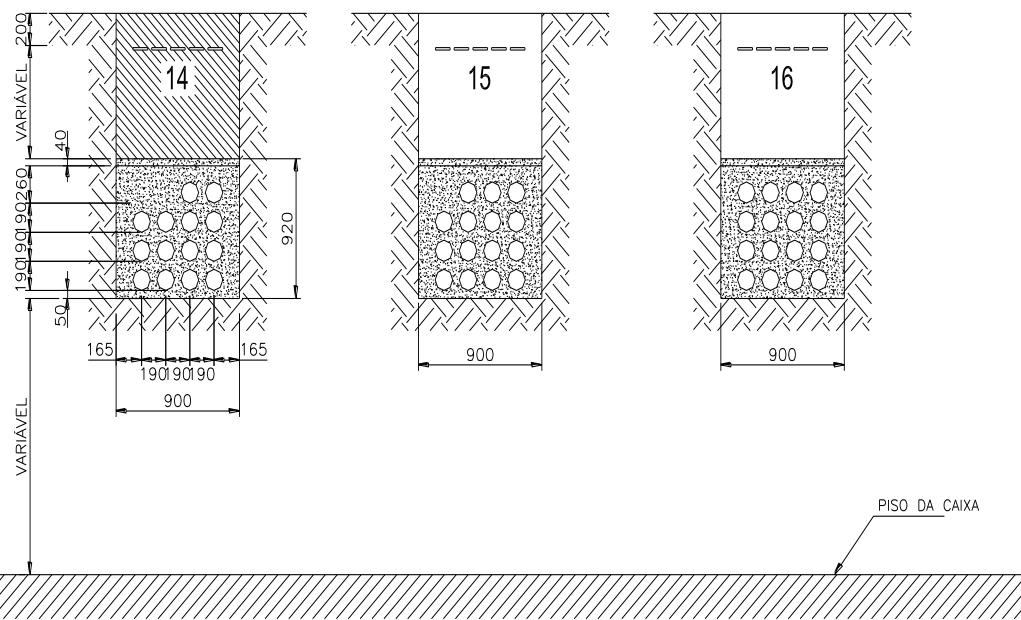
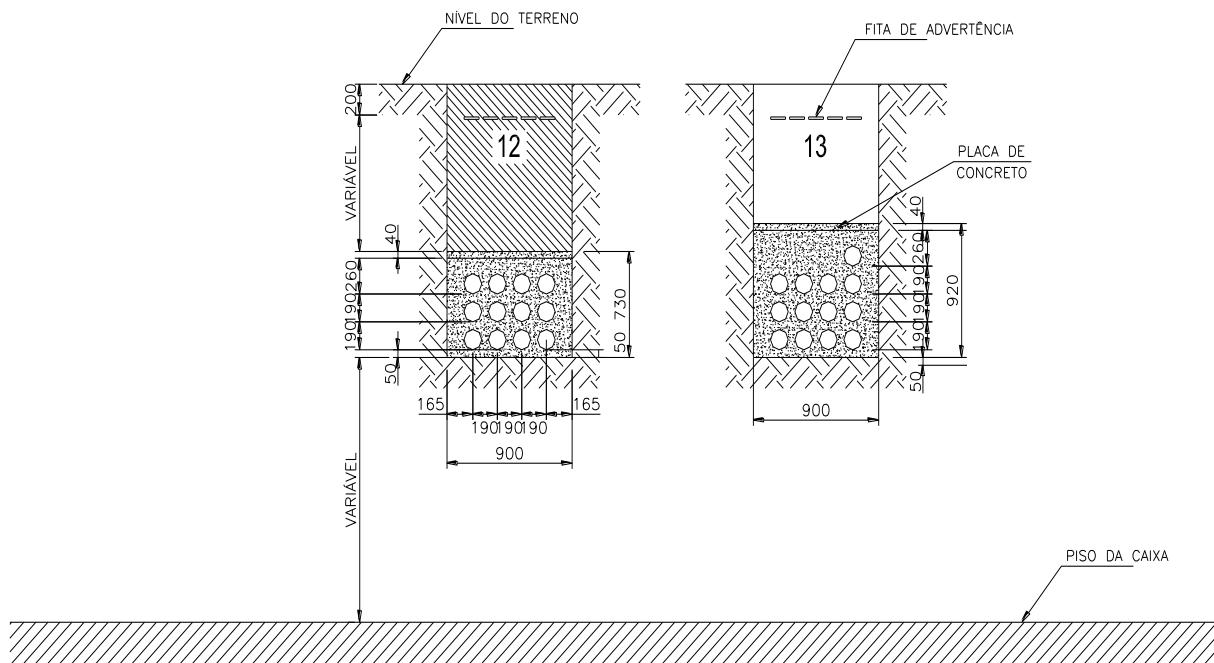


Título: Redes de Distribuição Subterrânea

 Código:
**NT.019.EQTL.Normas e
Padrões**

 Revisão:
01

DESENHO 23 – BANCO DE DUTOS DIRETAMENTE ENTERRADOS Ø 125 mm FORMAÇÃO DE 12 ATÉ 16 DUTOS

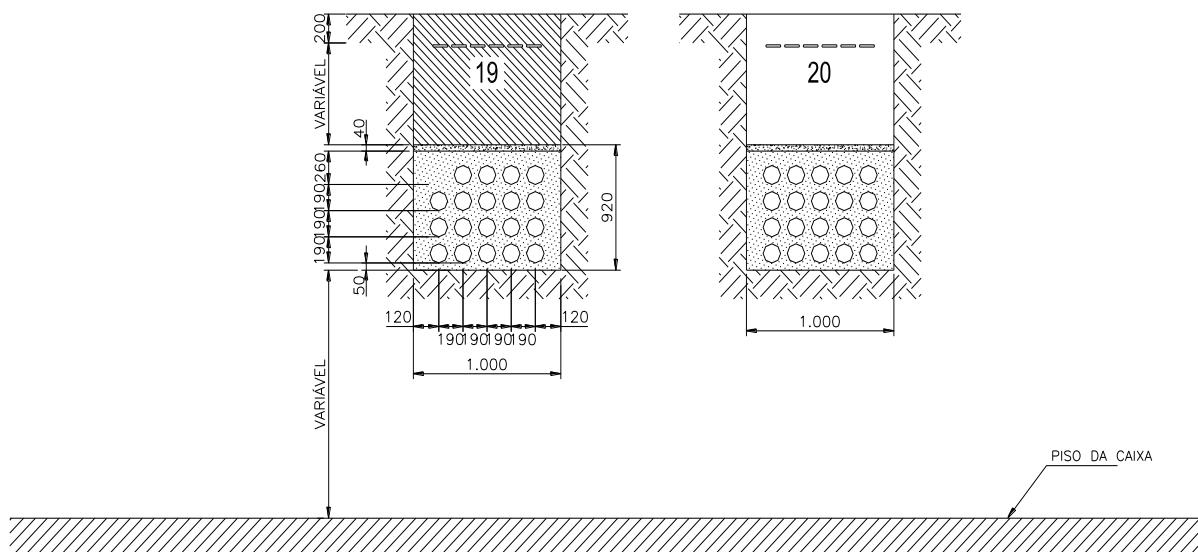
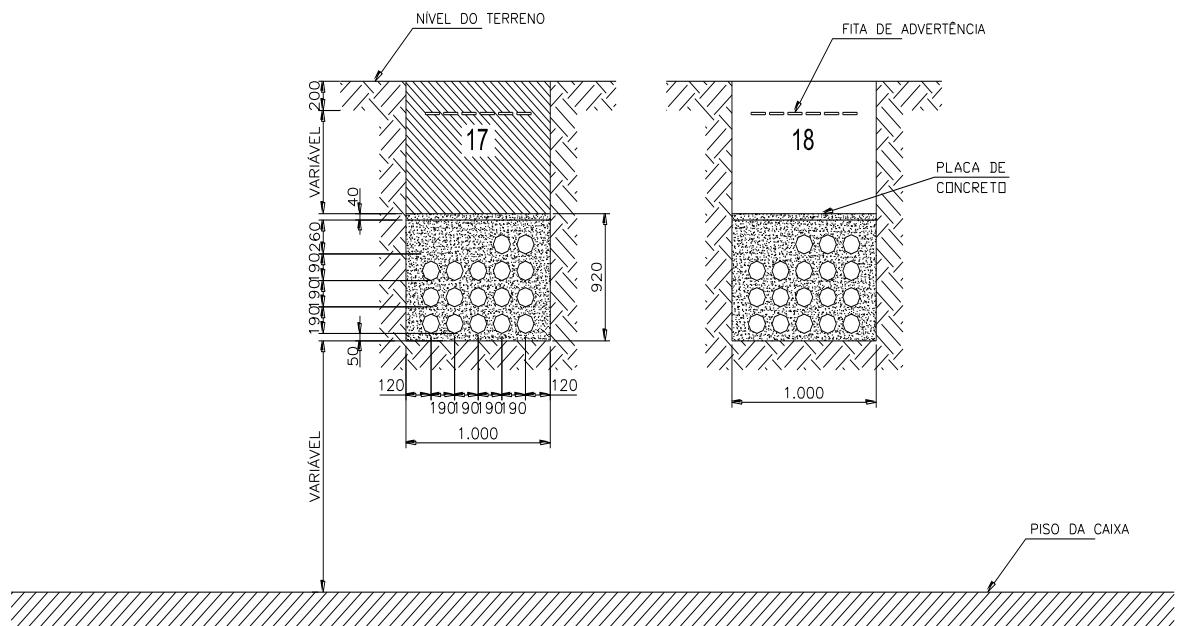


Título: Redes de Distribuição Subterrânea

 Código:
**NT.019.EQTL.Normas e
Padrões**

 Revisão:
01

DESENHO 24 – BANCO DE DUTOS DIRETAMENTE ENTERRADOS Ø 125 mm FORMAÇÃO DE 17 ATÉ 20 DUTOS

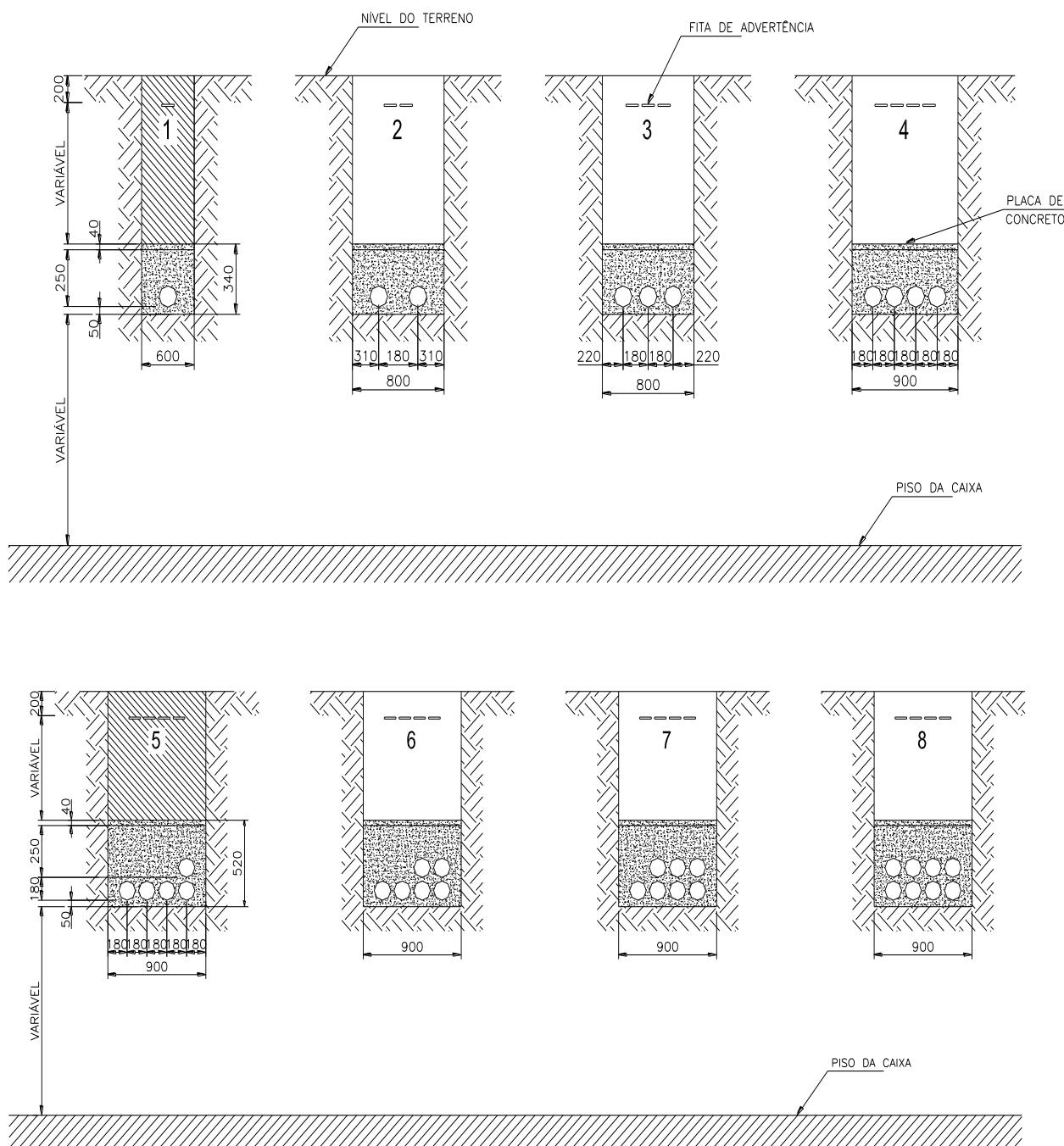


Título: Redes de Distribuição Subterrânea

 Código:
**NT.019.EQTL.Normas e
Padrões**

 Revisão:
01

DESENHO 25 – BANCO DE DUTOS DIRETAMENTE ENTERRADOS Ø 150 mm FORMAÇÃO DE 1 ATÉ 8 DUTOS

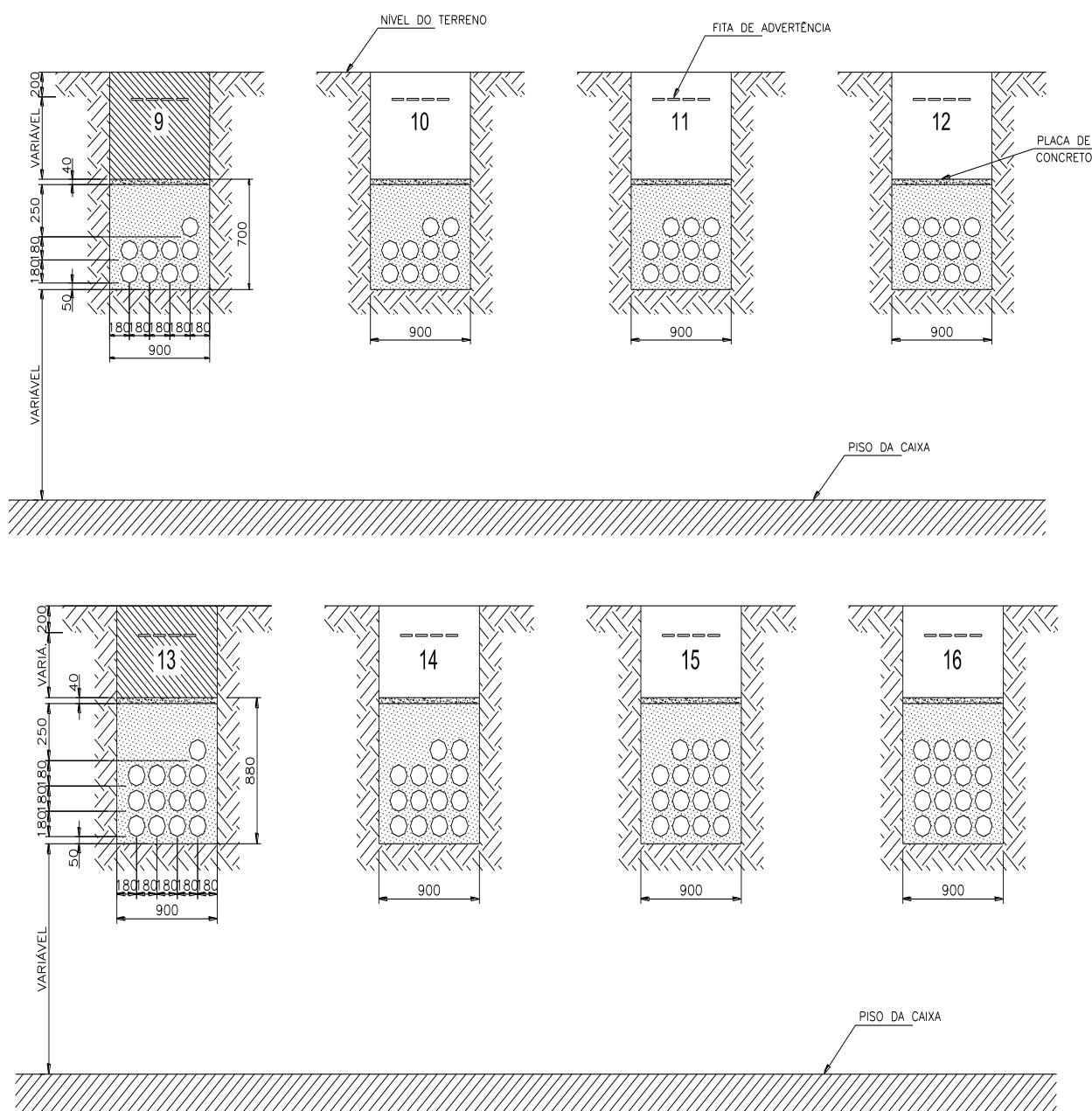


Título: Redes de Distribuição Subterrânea

 Código:
**NT.019.EQTL.Normas e
Padrões**

 Revisão:
01

DESENHO 26 – BANCO DE DUTOS DIRETAMENTE ENTERRADOS Ø 150 mm FORMAÇÃO DE 9 ATÉ 16 DUTOS

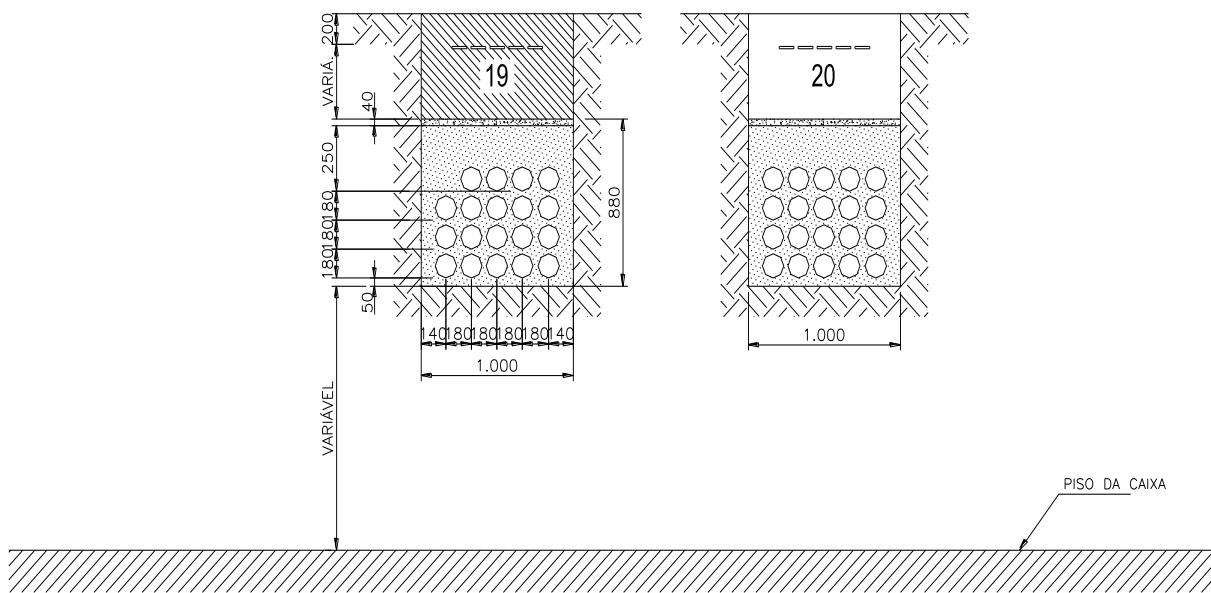
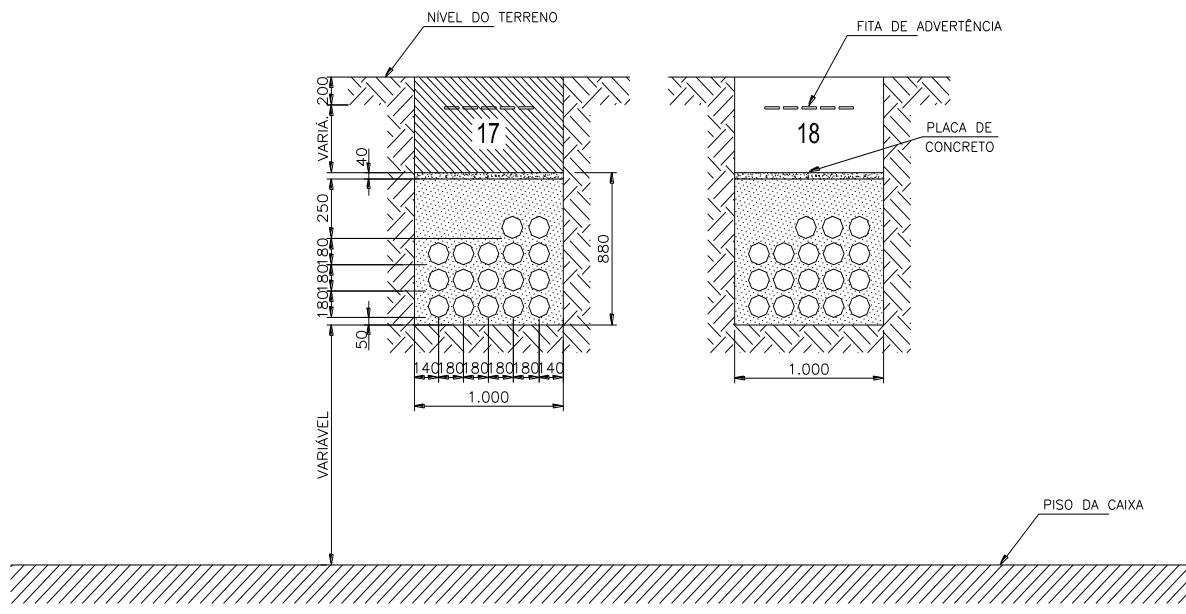


Título: Redes de Distribuição Subterrânea

 Código:
**NT.019.EQTL.Normas e
Padrões**

 Revisão:
01

DESENHO 27 – BANCO DE DUTOS DIRETAMENTE ENTERRADOS Ø 150 mm FORMAÇÃO DE 17 ATÉ 20 DUTOS

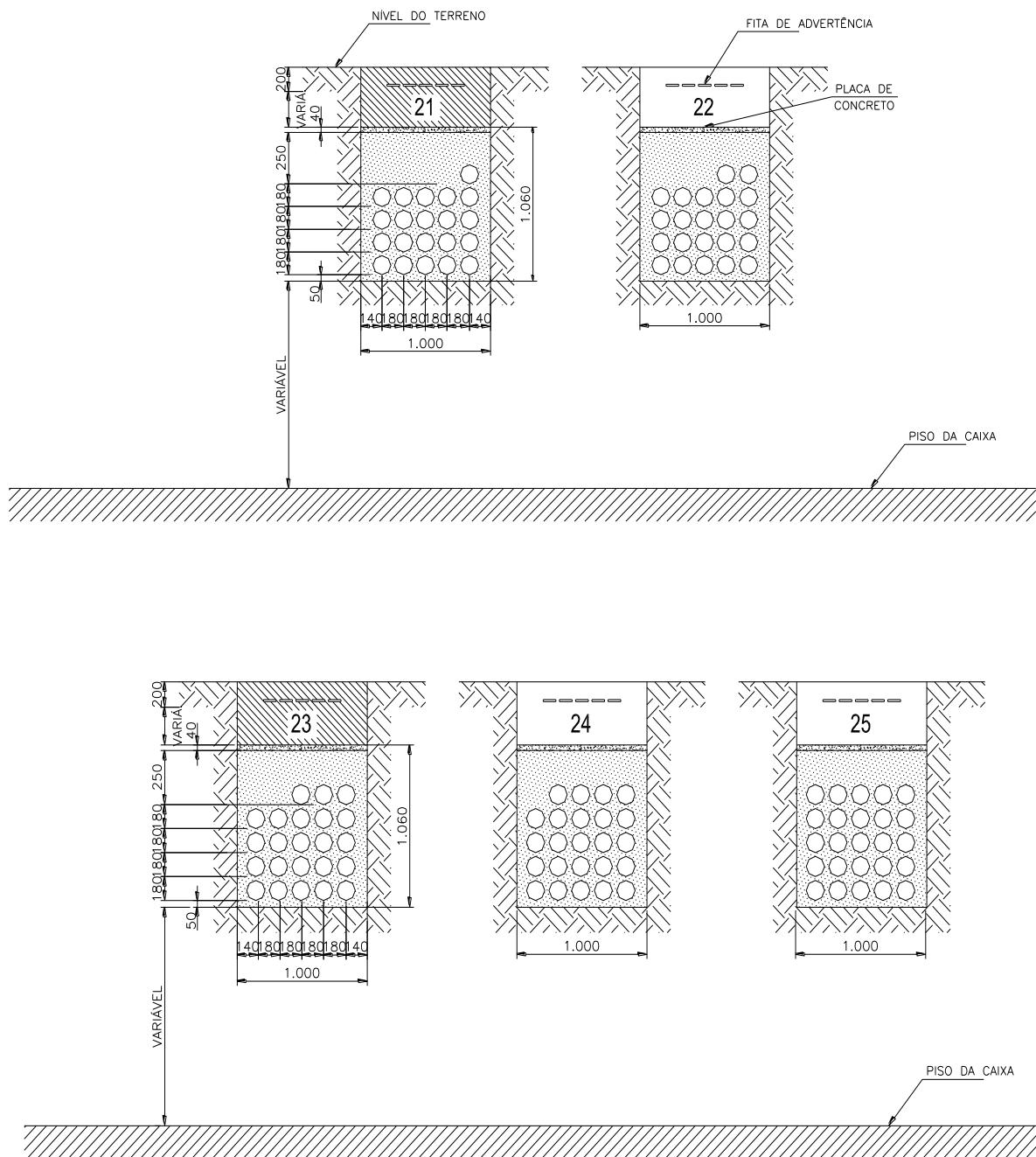


Título: Redes de Distribuição Subterrânea

 Código:
**NT.019.EQTL.Normas e
Padrões**

 Revisão:
01

DESENHO 28 – BANCO DE DUTOS DIRETAMENTE ENTERRADOS Ø 150 mm FORMAÇÃO DE 21 ATÉ 25 DUTOS

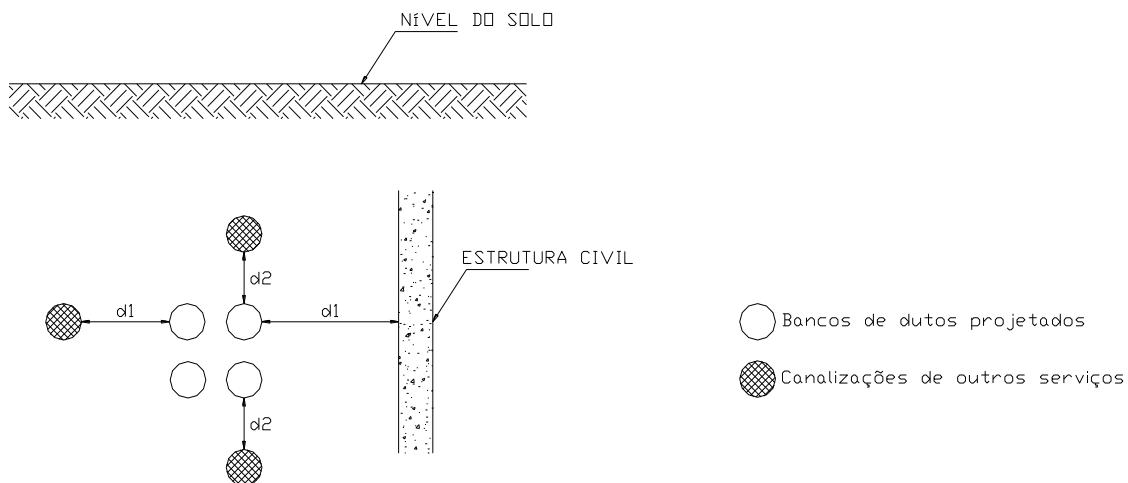


Título: Redes de Distribuição Subterrânea

 Código:
 NT.019.EQTL.Normas e
 Padrões

 Revisão:
 01

DESENHO 29 – DISTÂNCIAS MÍNIMAS DE SEGURANÇA PARA REDE DE DISTRIBUIÇÃO SUBTERRÂNEA



TIPO DE INSTALAÇÃO	REFERÊNCIA	DISTÂNCIA MÍNIMA(mm)
Linhas de telecomunicações	Ao cruzar	d2
	Em paralelo	d1 e d2
Tubulação de água ou esgoto	d1 e d2	300
Tubulação de gás	Ao cruzar	d2
	Em paralelo	d1 e d2
Distância horizontal para construções adjacentes	d1	500

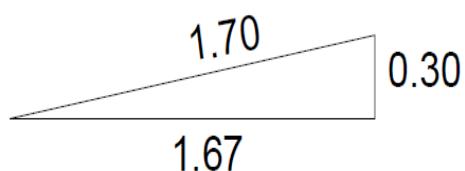
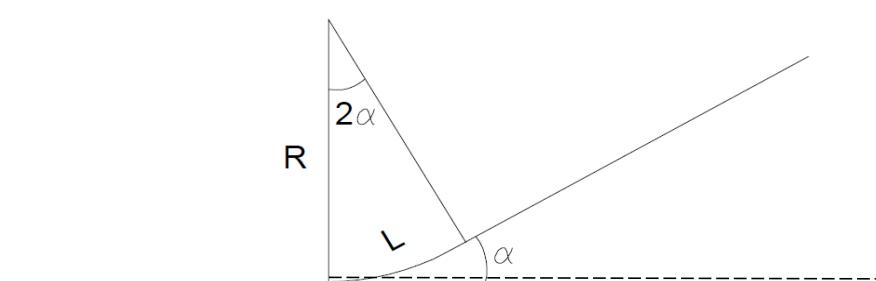
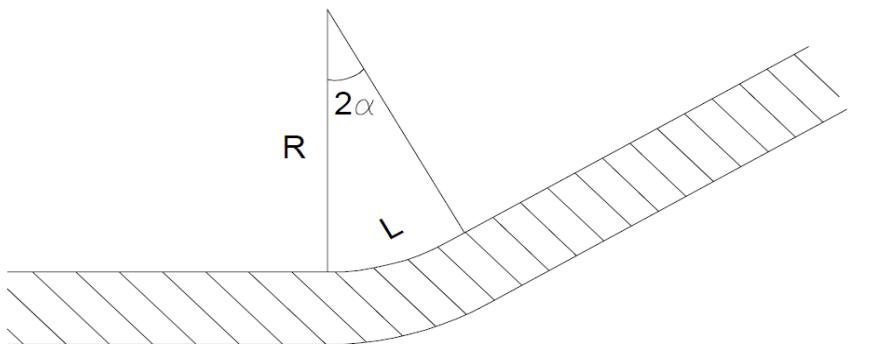
Nota 68: Com exceção de pista de rolamento, estacionamento e passeios, não se admite construções sobre linhas de duto.

Nota 69: Recomenda-se que não sejam plantadas árvores próximas cujas raízes possam danificar os dutos.

Nota 70: O DESENHO 29 acima ilustra a forma de se medir as distâncias mencionadas na tabela.

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 108 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

DESENHO 30 – RAIOS DE CURVATURA EM DUTOS



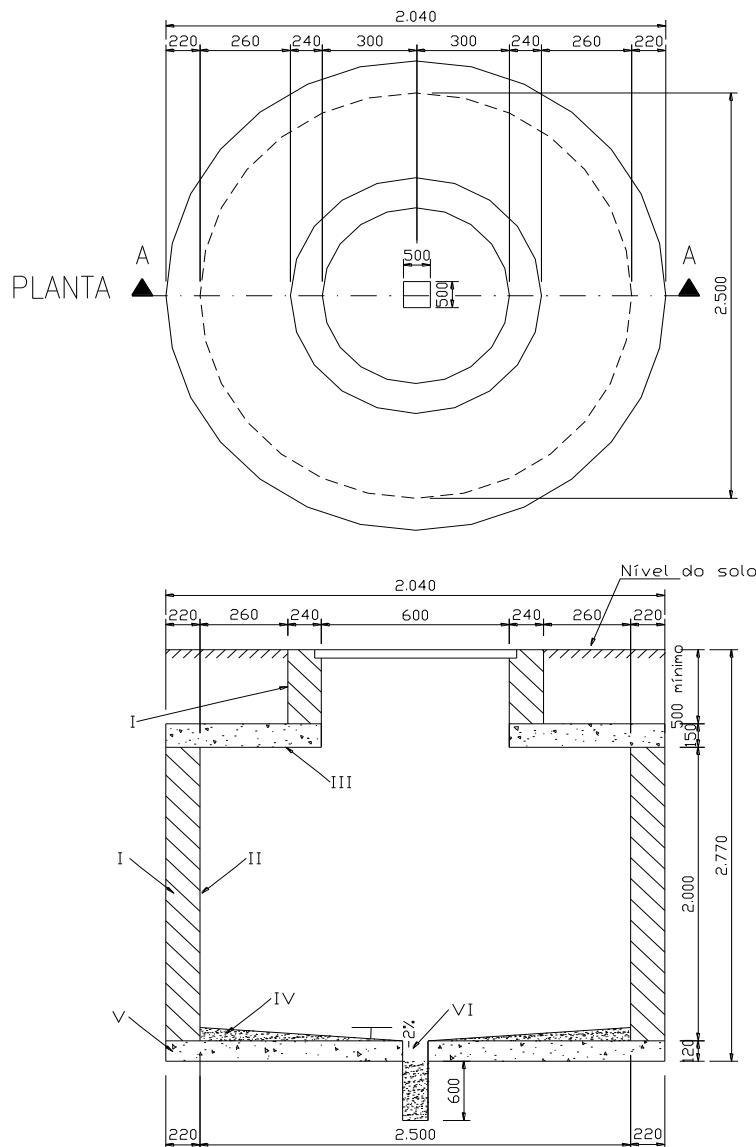
$(\alpha, \text{ do desenho } 30)$

$(R, \text{ do desenho } 30)$

$$R = 5\text{m}, \alpha = 10^\circ \rightarrow L = 1.7\text{m}$$

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 109 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

DESENHO 31 – CAIXA BTSE



LEGENDA:

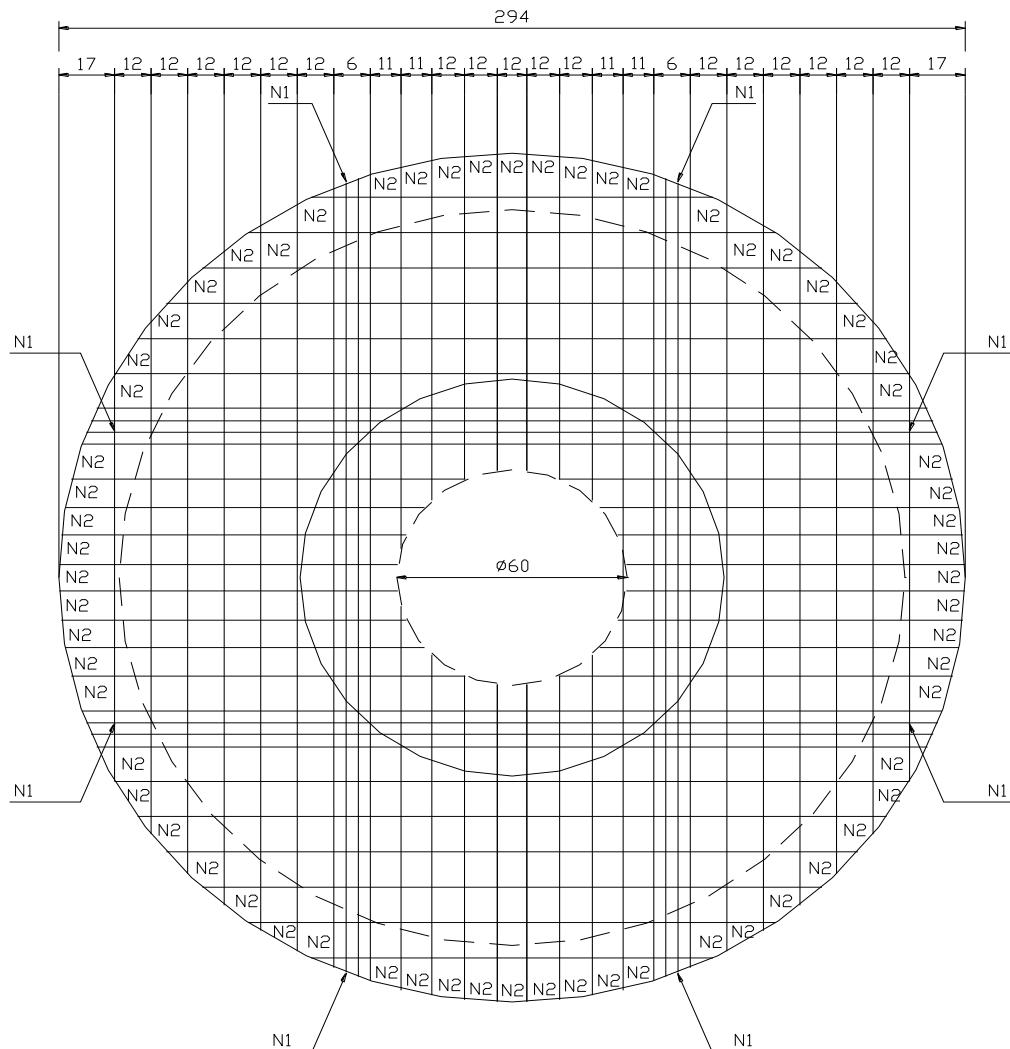
- I – Tijolo maciço de boa qualidade, assentado com argamassa de cimento e areia lavada (média), traço 1:3;
- II – Chapisco traço 1:3 de cimento e areia lavada (grossa), reboco traço 1:3 de cimento e areia saibrosa, liso queimado;
- III – Concreto armado 25 MPa, com ferro diâmetro 6mm, CA-50, cruzado;
- IV – Contra-piso com argamassa de areia lavada (média), 1:3 de cimento, com inclinação 2% para o centro;
- V – Concreto armado 25 MPa;
- VI – Furo de 500x500x600 mm cheio de brita.

Nota 71: Os tijolos do item I só podem ser utilizados após serem vistoriados e aprovados pela fiscalização.

Nota 72: Todas as cotas estão em milímetros.

Título: Redes de Distribuição Subterrânea

 Código:
**NT.019.EQTL.Normas e
Padrões**

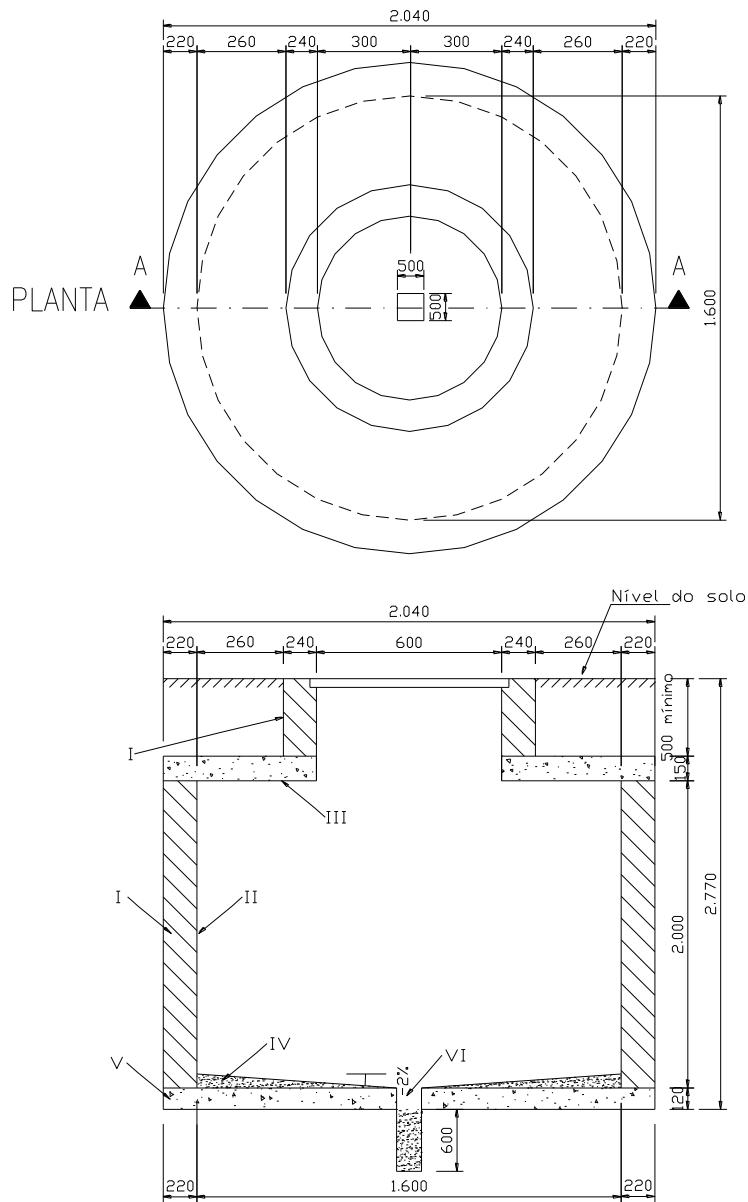
 Revisão:
01
DESENHO 32 – ARMAÇÃO DAS FERRAGENS PARA CAIXA BTSE

N1-16 Ø 6,0 – Corrido 265
N2-56 Ø 6,0 – Corrido Variável

N	DIÂMETRO (mm)	FERRO CA	QUANTIDADE	COMPRIMENTO PARCIAL-mm	COMPRIMENTO TOTAL-mm
N1	6,0	60	16	2.650	42,40
N2	6,0	60	56	VARIÁVEL	VARIÁVEL

Nota 73: As cotas estão em centímetros.
Nota 74: As pontas dos ferros ficam a 25 mm da face externa da caixa.
Nota 75: O cobrimento das armaduras das lajes é de 25 mm em toda sua extensão.
Nota 76: Caso haja opção por laje pré-moldada, devem ser providenciados reforços como armação dupla ou vigotas cruzadas, para evitar-se danos nas referidas peças, quando transportadas.

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 111 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

DESENHO 33 – CAIXA BT



LEGENDA:

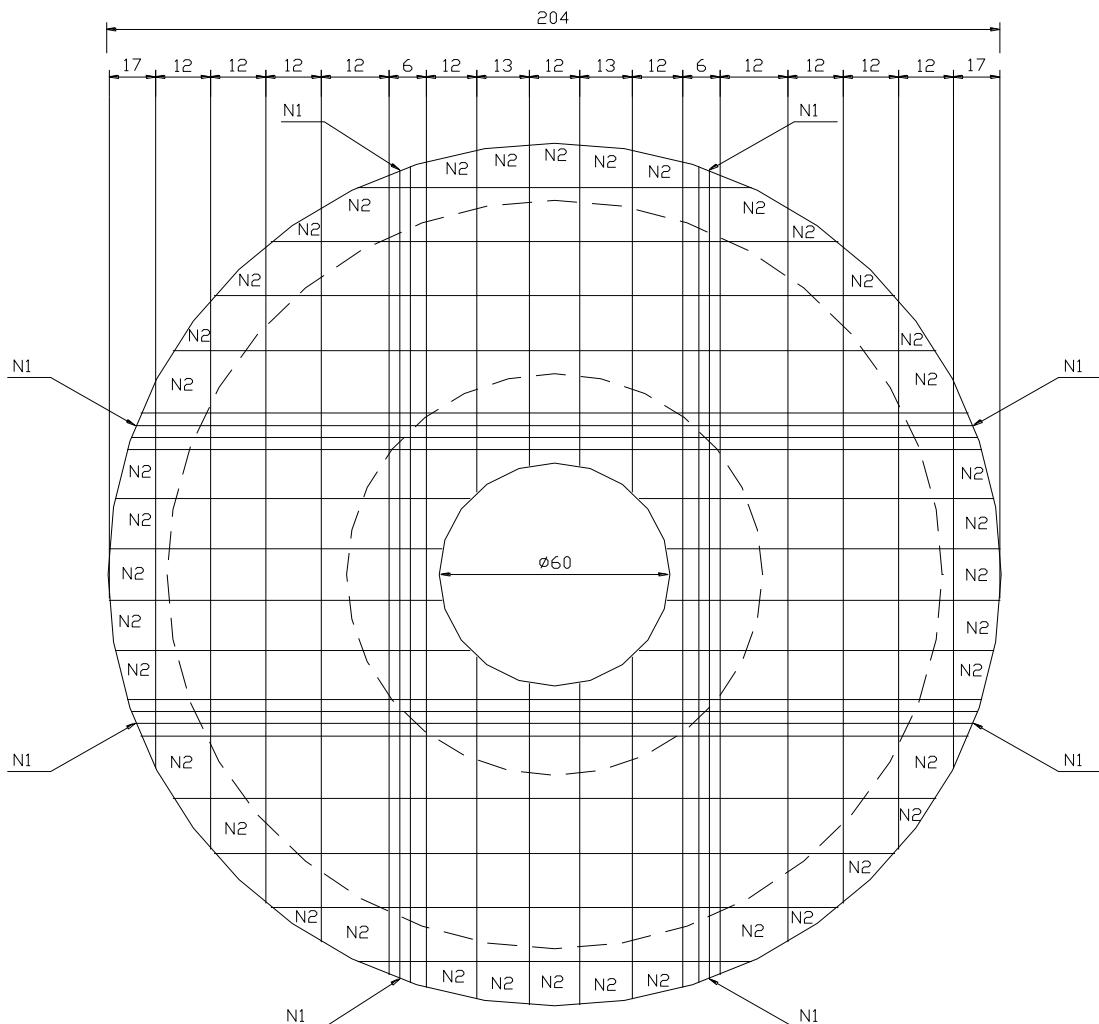
- I – Tijolo macio de boa qualidade, assentado com argamassa de cimento e areia lavada (média), traço 1:3;
- II – Chapisco traço 1:3 de cimento e areia lavada (grossa), reboco traço 1:3 de cimento e areia saibrosa, liso queimado;
- III – Concreto armado 25 MPa, com ferro diâmetro 6mm, CA-50, cruzado;
- IV – Contra-piso com argamassa de areia lavada (média), 1:3 de cimento, com inclinação 2% para o centro;
- V – Concreto armado 25 MPa;
- VI – Furo de 500x500x600 mm cheio de brita.

Nota 77: Os tijolos do ítem I só podem ser utilizados após serem vistoriados e aprovados pela fiscalização.

Nota 78: Todas as cotas estão em milímetros.

Título: Redes de Distribuição Subterrânea

 Código:
**NT.019.EQTL.Normas e
Padrões**

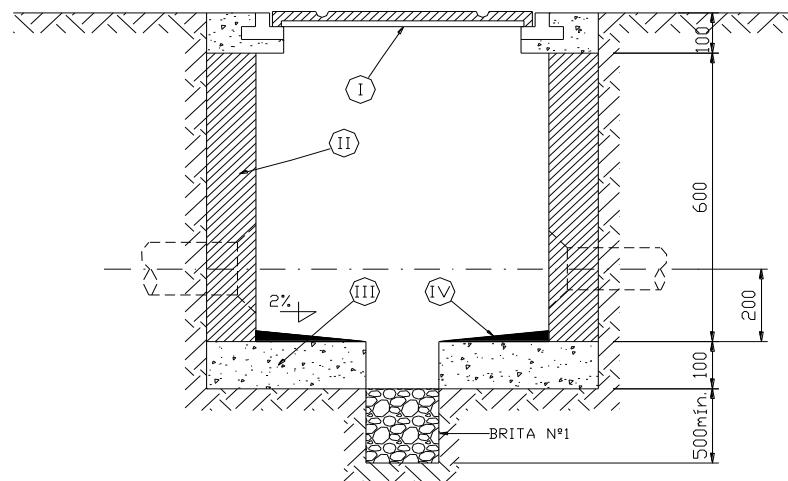
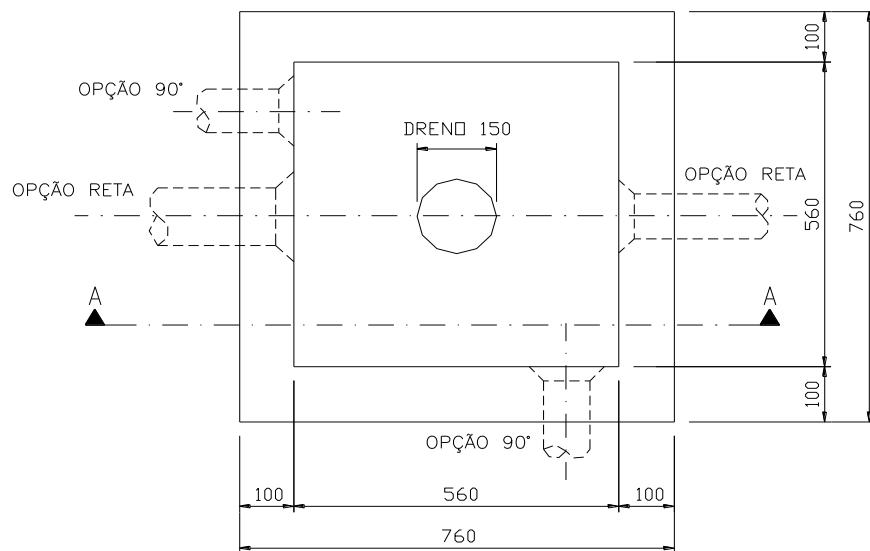
 Revisão:
01
DESENHO 34 – ARMAÇÃO DAS FERRAGENS PARA CAIXA BT

N1-16 Ø 6,0 – Corrido 185
N2-32 Ø 6,0 – Corrido Variável

N	DIÂMETRO (mm)	FERRO CA	QUANTIDADE	COMPRIMENTO PARCIAL-mm	COMPRIMENTO TOTAL-mm
N1	6,0	60	16	2.650	42,40
N2	6,0	60	32	VARIÁVEL	VARIÁVEL

Nota 79: As cotas estão em centímetros.
Nota 80: As pontas dos ferros ficam a 25 mm da face externa da caixa.
Nota 81: O cobrimento das armaduras das lajes é de 25 mm em toda sua extensão.
Nota 82: Caso haja opção por laje pré-moldada, devem ser providenciados reforços como armação dupla ou vigotas cruzadas, para evitarem-se danos nas referidas peças, quando transportadas.

Título: Redes de Distribuição Subterrânea

 Código:
**NT.019.EQTL.Normas e
Padrões**

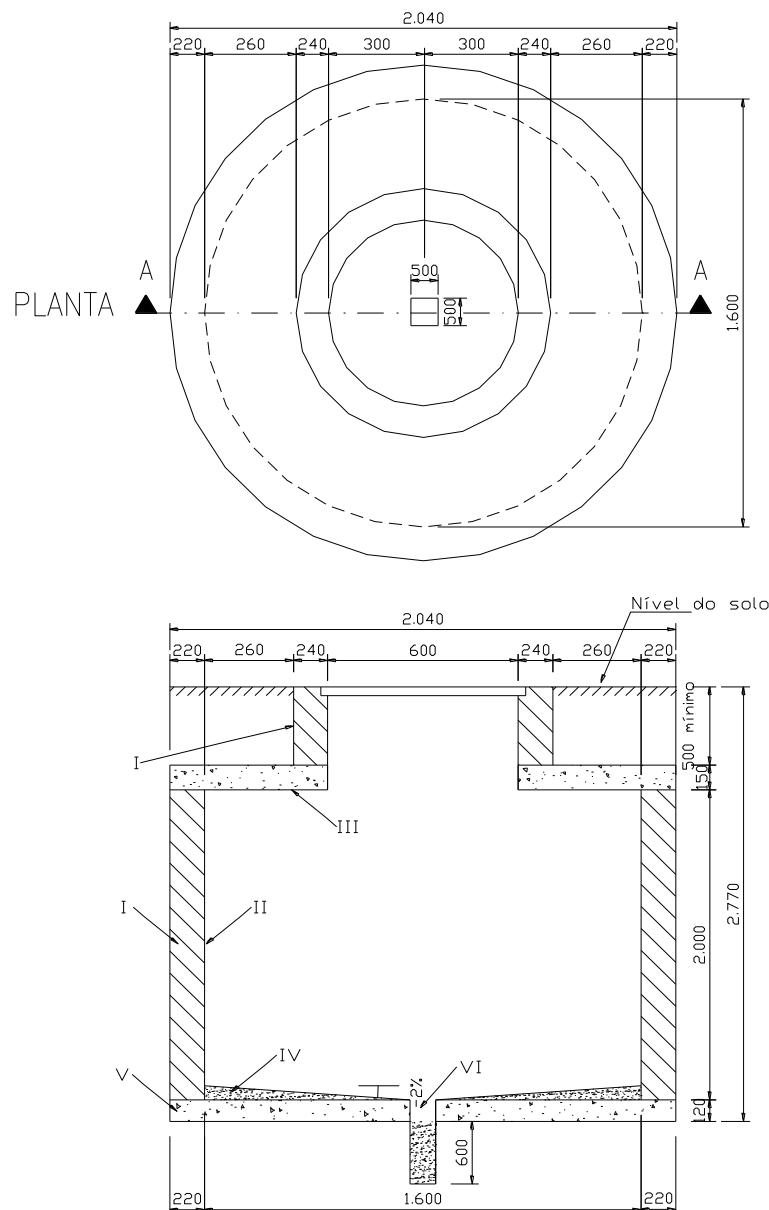
 Revisão:
01
DESENHO 35 – CAIXA CB1

LEGENDA:

- I – Tampão de ferro fundido T-33;
 - II – Tijolo maciço revestido pelo lado interno com argamassa de areia e cimento traço 1:3, liso queimado;
 - III – Concreto armado 25 MPa;
 - IV – Contra-piso com argamassa de areia lavada (médio), 1:3 de cimento, com inclinação 2% para o centro;
- OBS: Os tijolos do ítem II, só podem ser utilizados após serem vistoriados e aprovados pela fiscalização.

Nota 83: Deve ser deixada uma sobra de um metro de cabo no interior da caixa;
Nota 84: A borda do eletroduto não deve conter rebarbas.
Nota 85: Antes da concretagem da laje de piso, o terreno deve ser bem apilado e compactado.
Nota 86: Para caixas construídas em locais que permitem o trânsito de veículos de carga pesada: usar tampão T100, fazendo as adaptações necessárias na caixa.
Nota 87: Após o assentamento do aro da tampa, executar o acabamento com concreto.

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 114 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

DESENHO 36 – CAIXA MTSE



LEGENDA:

- I – Tijolo maciço de boa qualidade, assentado com argamassa de cimento e areia lavada (média), traço 1:3;
- II – Chapisco traço 1:3 de cimento e areia lavada (grossa), reboco traço 1:3 de cimento e areia saibrosa, liso queimado;
- III – Concreto armado 25 MPa, com ferro diâmetro 6mm, CA-50, cruzado;
- IV – Contra-piso com argamassa de areia lavada (média), 1:3 de cimento, com inclinação 2% para o centro;
- V – Concreto armado 25 MPa;
- VI – Furo de 500x500x600 mm cheio de brita.

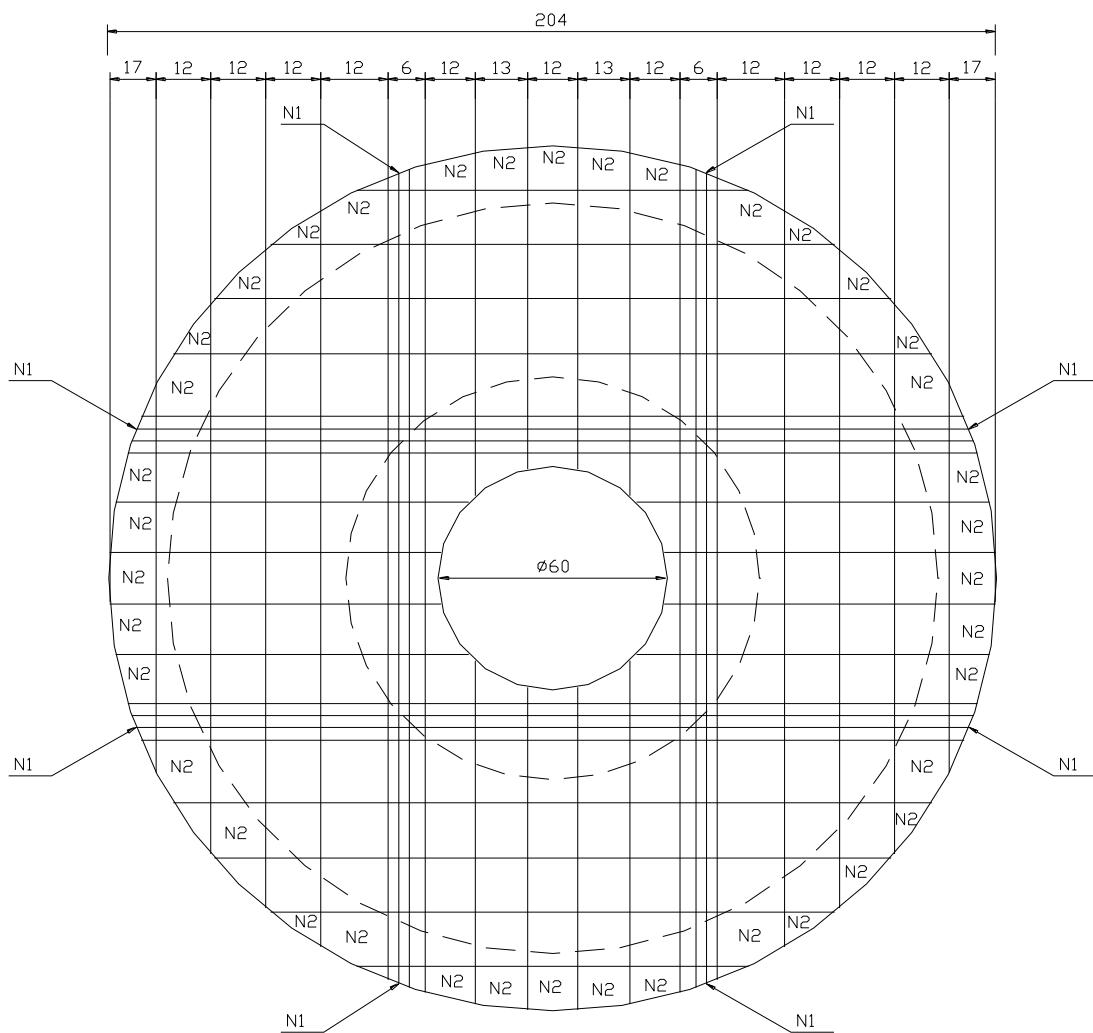
Nota 88: Os tijolos do item I só podem ser utilizados após serem vistoriados e aprovados pela fiscalização.

Nota 89: Todas as cotas estão em milímetros.

DESENHO 37 – ARMAÇÃO DAS FERRAGENS PARA CAIXA MTSE

Título: Redes de Distribuição Subterrânea

 Código:
**NT.019.EQTL.Normas e
Padrões**

 Revisão:
01

N1-16 Ø 6,0 - Corrido 185
N2-32 Ø 6,0 - Corrido Variável

N	DIMETRÔ (mm)	FERRO CA	QUANTIDADE	COMPRIIMENTO PARCIAL-mm	COMPRIIMENTO TOTAL-mm
N1	6,0	60	16	2.650	42,40
N2	6,0	60	32	VARIÁVEL	VARIÁVEL

Nota 90: As cotas estão em centímetros.

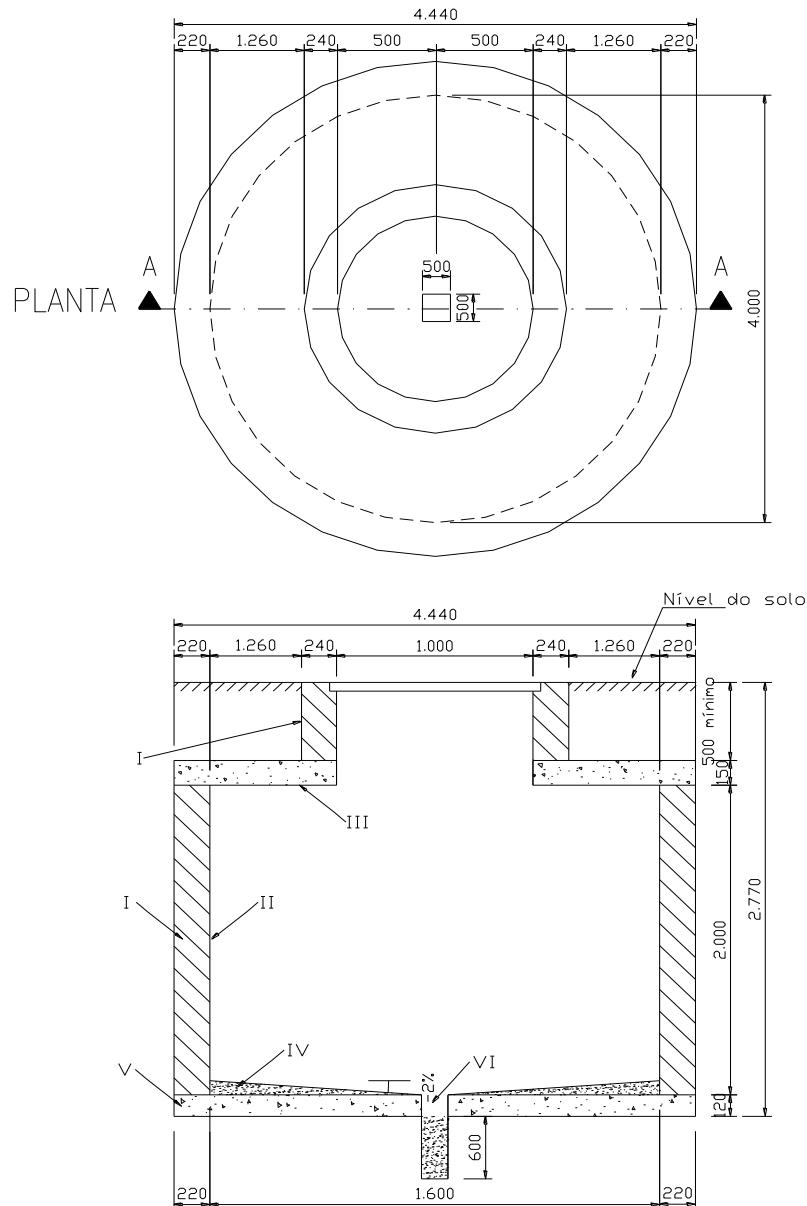
Nota 91: As pontas dos ferros ficam a 25 mm da face externa da caixa.

Nota 92: O cobrimento das armaduras das lajes é de 25 mm em toda sua extensão.

Nota 93: Caso haja opção por laje pré-moldada, devem ser providenciados reforços como armação dupla ou vigotas cruzadas, para evitarem-se danos nas referidas peças, quando transportadas.

	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 116 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

DESENHO 38 – CAIXA MTE



LEGENDA:

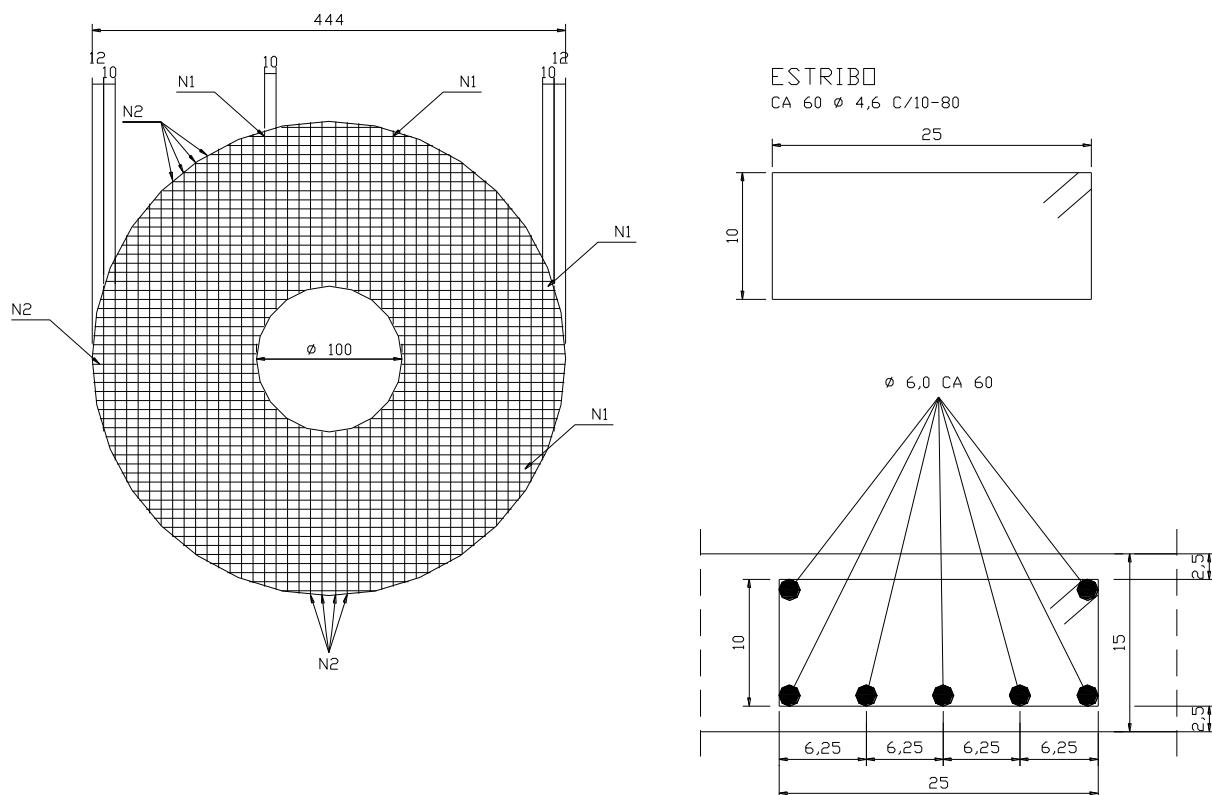
- I – Tijolo maciço de boa qualidade, assentado com argamassa de cimento e areia lavada (média), traço 1:3;
- II – Chapisco traço 1:3 de cimento e areia lavada (grossa), reboco traço 1:3 de cimento e areia saibrosa, liso queimado;
- III – Concreto armado 25 MPa, com ferro diâmetro 6mm, CA-50, cruzado;
- IV – Contra-piso com argamassa de areia lavada (média), 1:3 de cimento, com inclinação 2% para o centro;
- V – Concreto armado 25 MPa;
- VI – Furo de 500x500x600 mm cheio de brita.

Nota 94: Os tijolos do item I só podem ser utilizados após serem vistoriados e aprovados pela fiscalização.

Nota 95: Todas as cotas estão em milímetros.

Título: Redes de Distribuição Subterrânea

 Código:
**NT.019.EQTL.Normas e
Padrões**

 Revisão:
01
DESENHO 39 – ARMAÇÃO DAS FERRAGENS PARA CAIXA MTE

N1 - 28 ø 6,0 - Corrido 410
N2 - 88 ø 6,0 - Corrido Variável

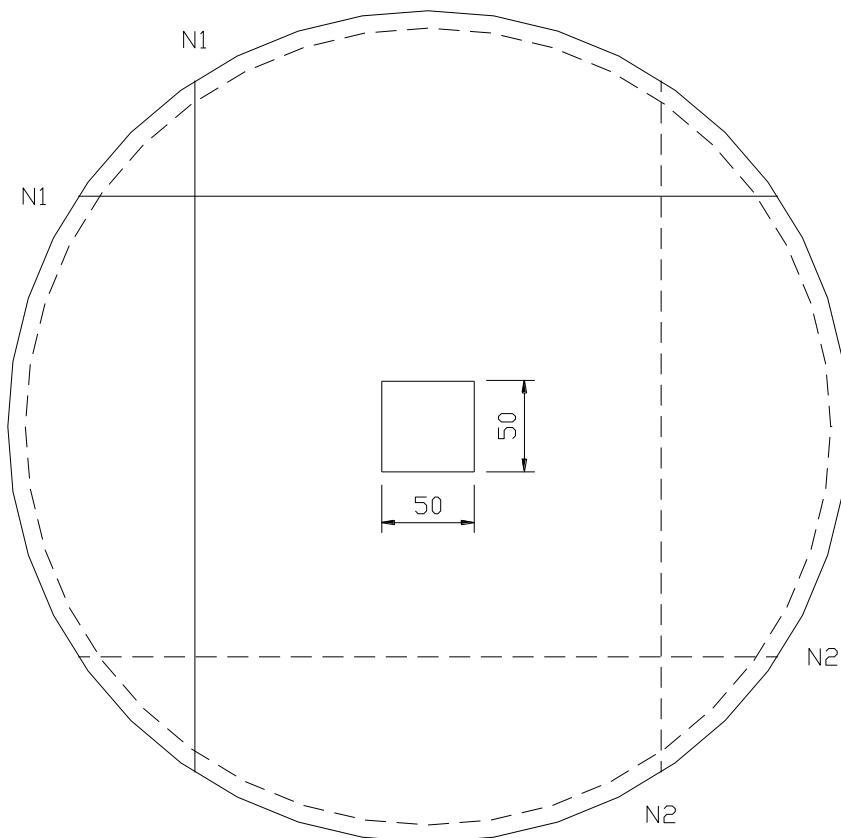
N	DIÂMETRO (mm)	FERRO CA	QUANTIDADE	COMPRIMENTO PARCIAL -mm	COMPRIMENTO TOTAL -mm
N1	6,0	60	28	4.100	114,80
N2	6,0	60	88	VARIÁVEL	VARIÁVEL
N3	4,6	60	164	800	131,20

Nota 96: As cotas estão em centímetros.
Nota 97: As pontas dos ferros ficam a 25 mm da face externa da caixa.
Nota 98: O cobrimento das armaduras das lajes é de 25 mm em toda sua extensão.

Título: Redes de Distribuição Subterrânea

 Código:
 NT.019.EQTL.Normas e
 Padrões

 Revisão:
 01

DESENHO 40 – ARMAÇÃO PARA LAJE DE FUNDO CAIXA MTE


N1 = 61 ø 6,0 = C/15 = Variável

N2 = 61 ø 6,0 = C/15 = Variável

12 | 12

N	DIÂMETRO (mm)	FERRO CA	QUANTIDADE	CÔMPRIMENTO
N1	6,0	60	61	VARIÁVEL
N2	6,0	60	61	VARIÁVEL

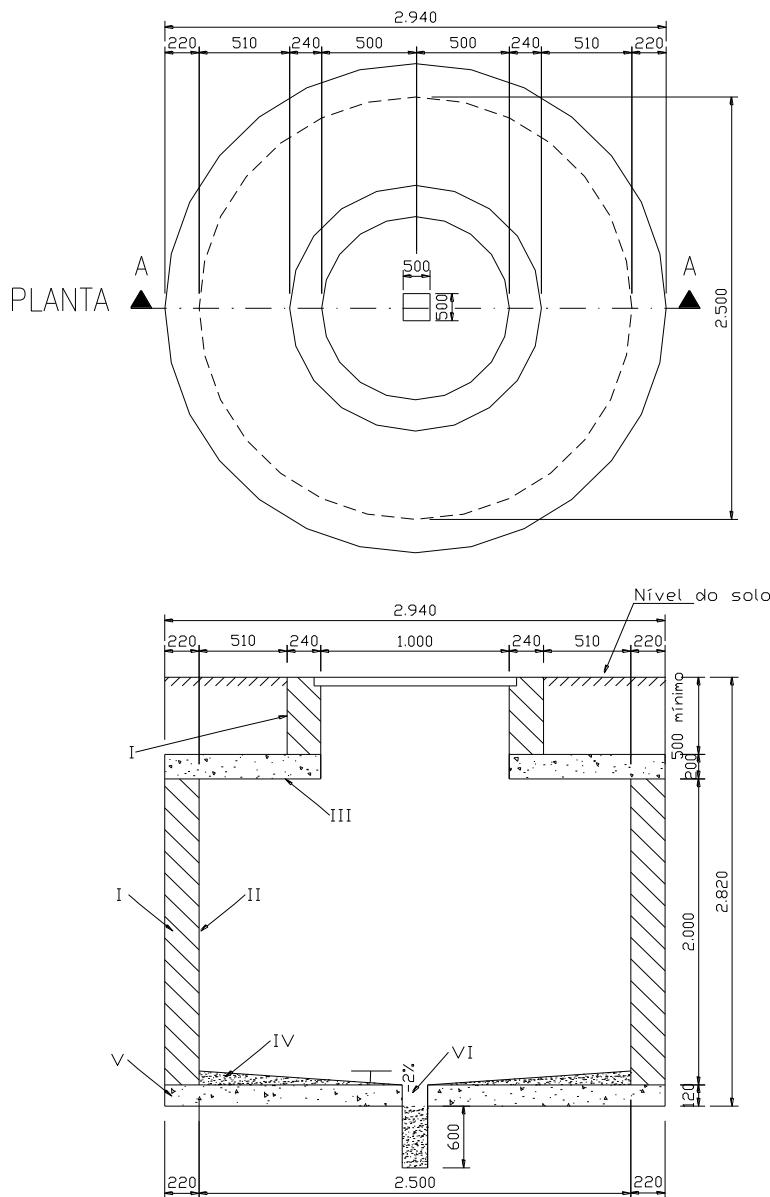
Nota 99: As cotas estão em centímetros.

Nota 100: As pontas dos ferros ficam a 25 mm da face externa da caixa.

Nota 101: O cobrimento das armaduras das lajes é de 25 mm em toda sua extensão.

Título: Redes de Distribuição Subterrânea

 Código:
**NT.019.EQTL.Normas e
Padrões**

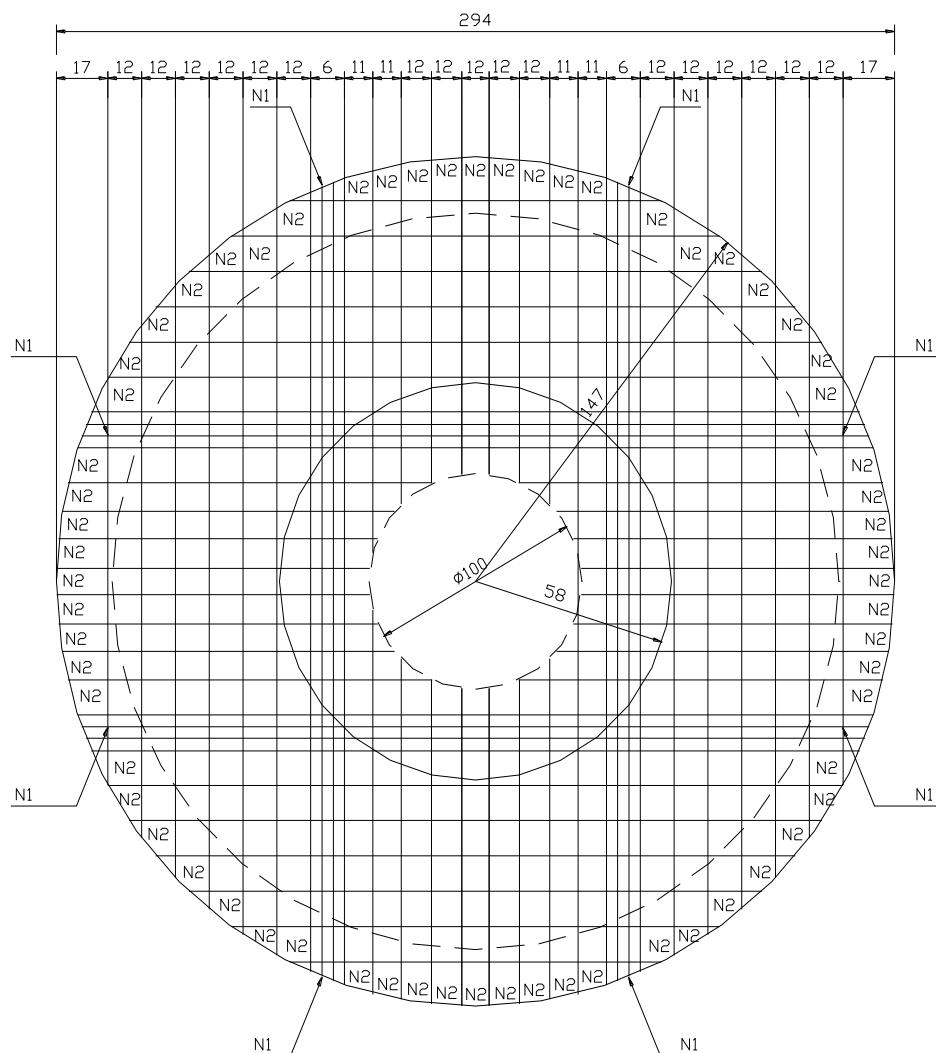
 Revisão:
01
DESENHO 41 – CAIXA MT

LEGENDA:

- I – Tijolo maciço de boa qualidade, assentado com argamassa de cimento e areia lavada (média), traço 1:3;
- II – Chapisco traço 1:3 de cimento e areia lavada (grosso), reboco traço 1:3 de cimento e areia saibrosa, liso queimado;
- III – Concreto armado 25 MPa, com ferro diâmetro 6mm, CA-50, cruzado;
- IV – Contro-piso com argamassa de areia lavada (média), 1:3 de cimento, com inclinação 2% para o centro;
- V – Concreto armado 25 MPa;
- VI – Furo de 500x500x600 mm cheio de brita.

Nota 102: Os tijolos do item I só podem ser utilizados após serem vistoriados e aprovados pela fiscalização.
Nota 103: Todas as cotas estão em milímetros.

Título: Redes de Distribuição Subterrânea

 Código:
**NT.019.EQTL.Normas e
Padrões**

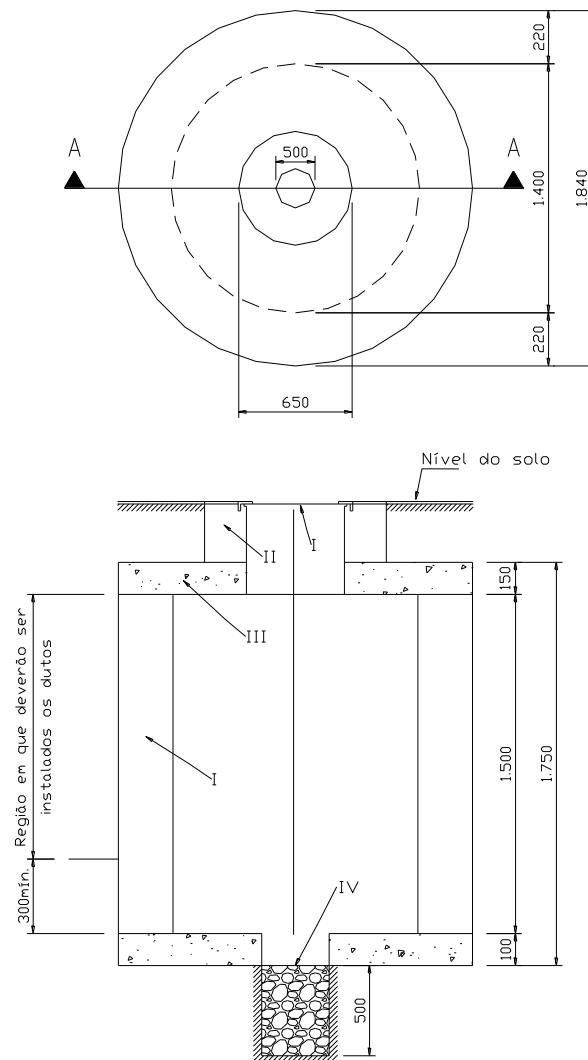
 Revisão:
01
DESENHO 42 – ARMAÇÃO DAS FERRAGENS PARA CAIXA MT

N1-16 Ø 6,0 - Corrido 265
N2-56 Ø 6,0 - Corrido Variável

N	DIÂMETRO (mm)	FERRO CA	QUANTIDADE	COMPRIMENTO PARCIAL-mm	COMPRIMENTO TOTAL-mm
N1	6,0	60	16	2.650	42,40
N2	6,0	60	56	VARIÁVEL	VARIÁVEL

Nota 104: As cotas estão em centímetros.
Nota 105: As pontas dos ferros ficam a 25 mm da face externa da caixa.
Nota 106: O cobrimento das armaduras das lajes é de 25 mm em toda sua extensão.
Nota 107: Caso haja opção por laje pré-moldada, devem ser providenciados reforços como armação dupla ou vigotas cruzadas, para evitarem-se danos nas referidas peças, quando transportadas.

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 121 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

DESENHO 43 – CAIXA MT1



LEGENDA:

- I – Tampão de ferro fundido T-55;
- II – Tijolo maciço revestido pelo lado interno com argamassa de areia e cimento traço 1:3, liso queimado;
- III – Concreto armado 25 MPa com ferro 6,00 mm CA-60, cruzado a cada 120 mm, colocados embaixo, sendo que os primeiros ferros em torno da abertura são espaçados de 50 mm.
- IV – Concreto simples traço 1:2:4.

Nota 108: Para caixas construídas em locais que permitem o trânsito de veículos de carga pesada: usar tampão T100 (800x800 mm).

Nota 109: Antes da concretagem da laje de piso, o terreno deve ser bem apiloado e compactado;

Nota 110: A borda do eletroduto não deve conter rebarbas.

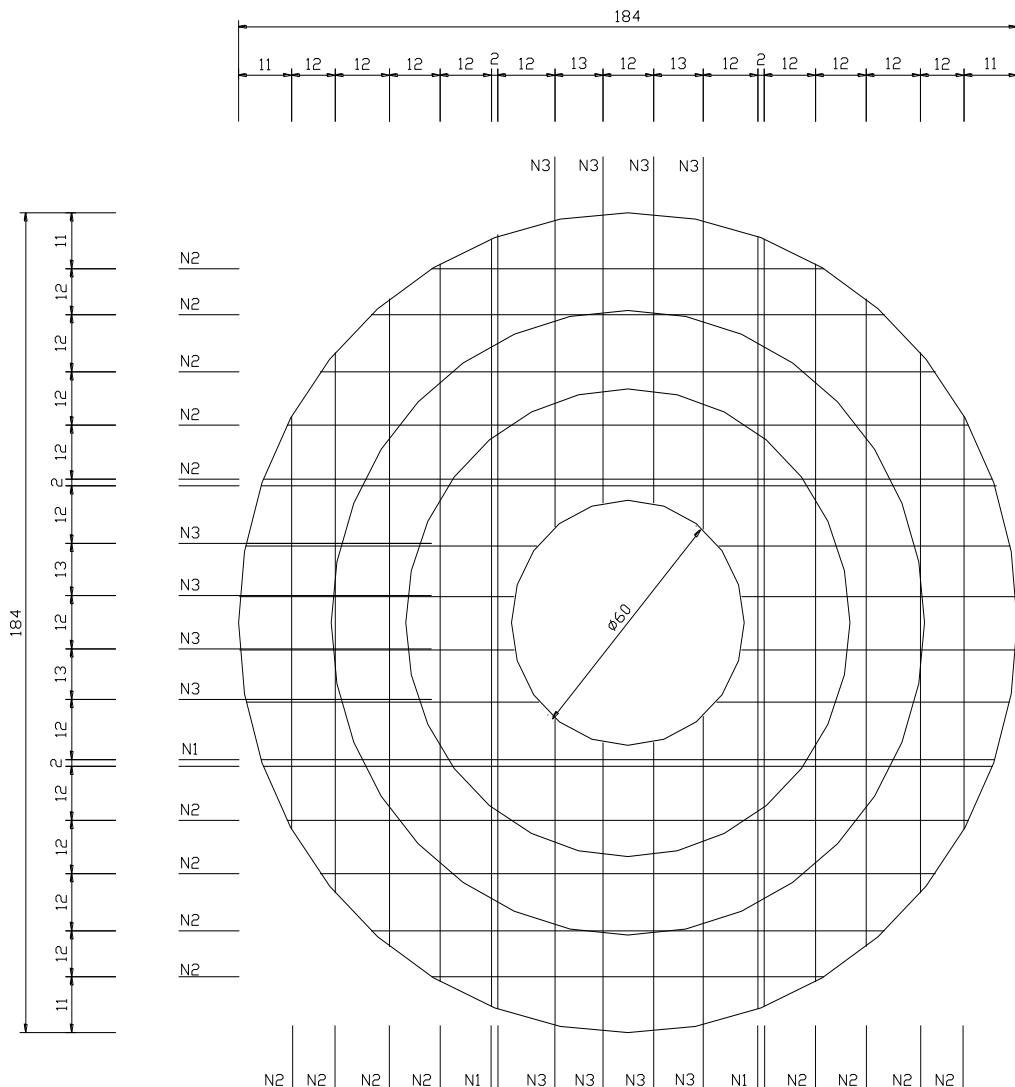
Nota 111: Deve ser deixada uma sobra de um metro de cabo no interior da caixa.

Nota 112: Em locais de rede aérea com ramal de entrada subterrâneo, é de responsabilidade do autor do projeto a opção de construção da caixa CB1.

Nota 113: Os tijolos do item II só podem ser utilizados após serem vistoriados e aprovados pela fiscalização.

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 122 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

DESENHO 44 – ARMAÇÃO DAS FERRAGENS PARA CAIXA MT1



N3-16 Ø 6,0 - Corrido Variável

N2-12 Ø 6,0 - Corrido Variável

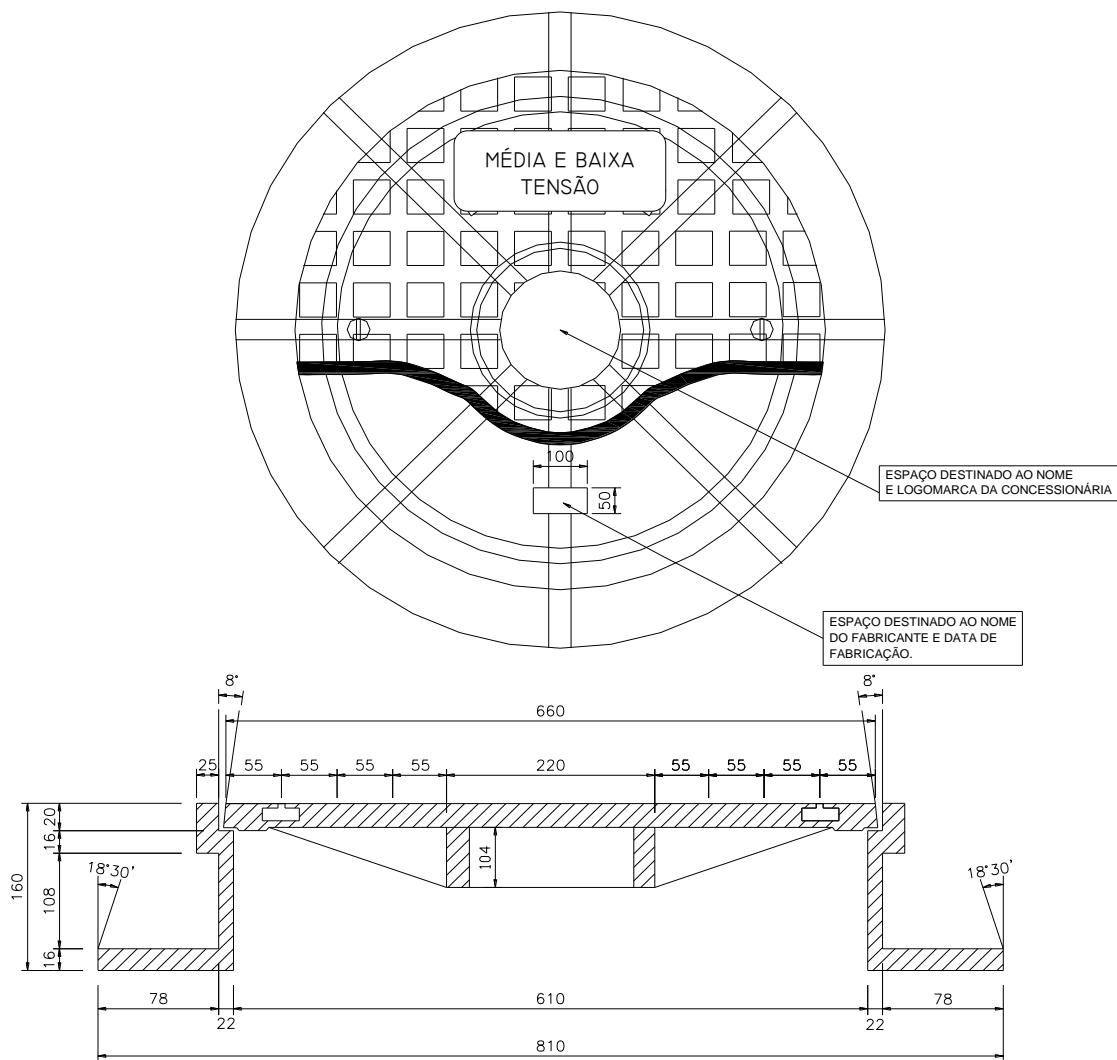
N1-10 Ø 6,0 - Corrido 165

N	DIÂMETRO (mm)	FERRO CA	QUANTIDADE	COMPRIMENTO PARCIAL-mm	COMPRIMENTO TOTAL-mm
N1	6,0	60	08	1.650	13,20
N2	6,0	60	16	VARIÁVEL	VARIÁVEL
N3	6,0	60	16	VARIÁVEL	VARIÁVEL

Nota 114: As pontas dos ferros ficam a 25 mm da face externa da caixa.

Título: Redes de Distribuição Subterrânea

 Código:
**NT.019.EQTL.Normas e
Padrões**

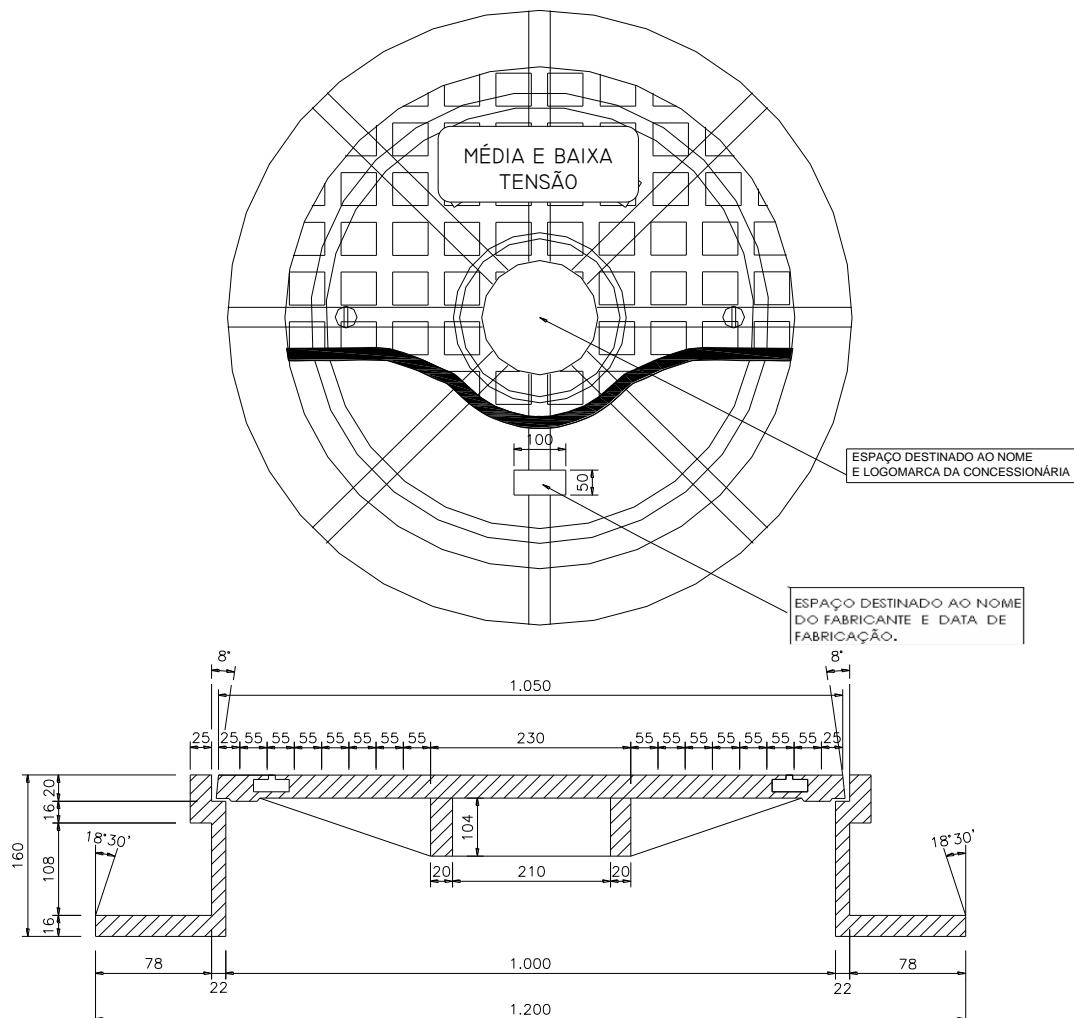
 Revisão:
01
DESENHO 45 – TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO 660 mm - PARA CAIXAS DA REDE SECUNDÁRIA

Nota 115: As cotas estão em milímetros.

Nota 116: Tampão utilizado nas caixas tipo BTSE e BT.

Símbolo EQUATORIAL para os tampões

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 124 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

DESENHO 46 – TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO 1.050 mm - PARA CAIXAS DA REDE SECUNDÁRIA



Nota 117: As cotas estão em milímetros.

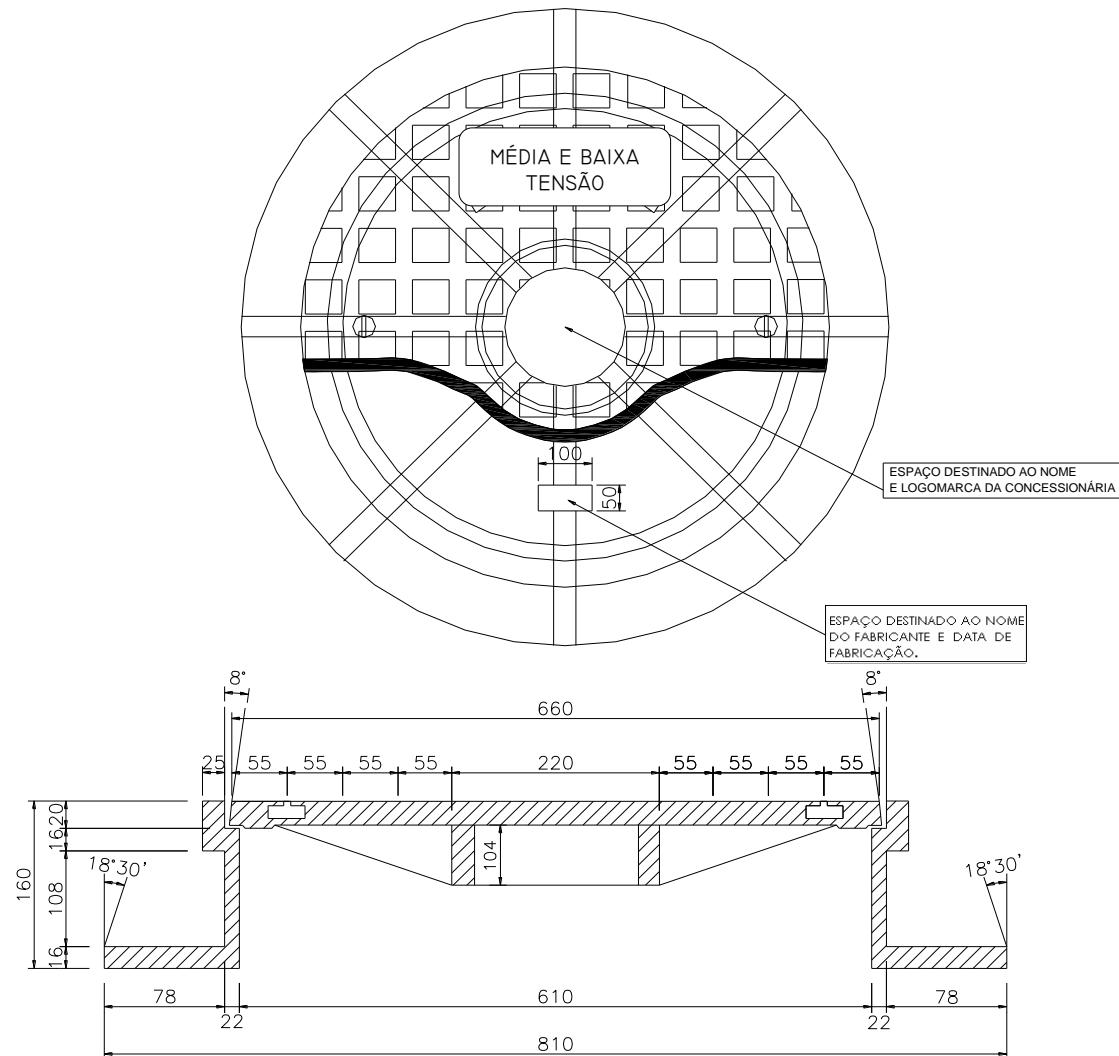
Nota 118: Tampão utilizado nas caixas tipo BTSE e BT.



Símbolo EQUATORIAL para os tampões

DESENHO 47 – TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO 660 mm - PARA CAIXAS DA REDE PRIMÁRIA

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 125 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	



Nota 119: As cotas estão em milímetros.

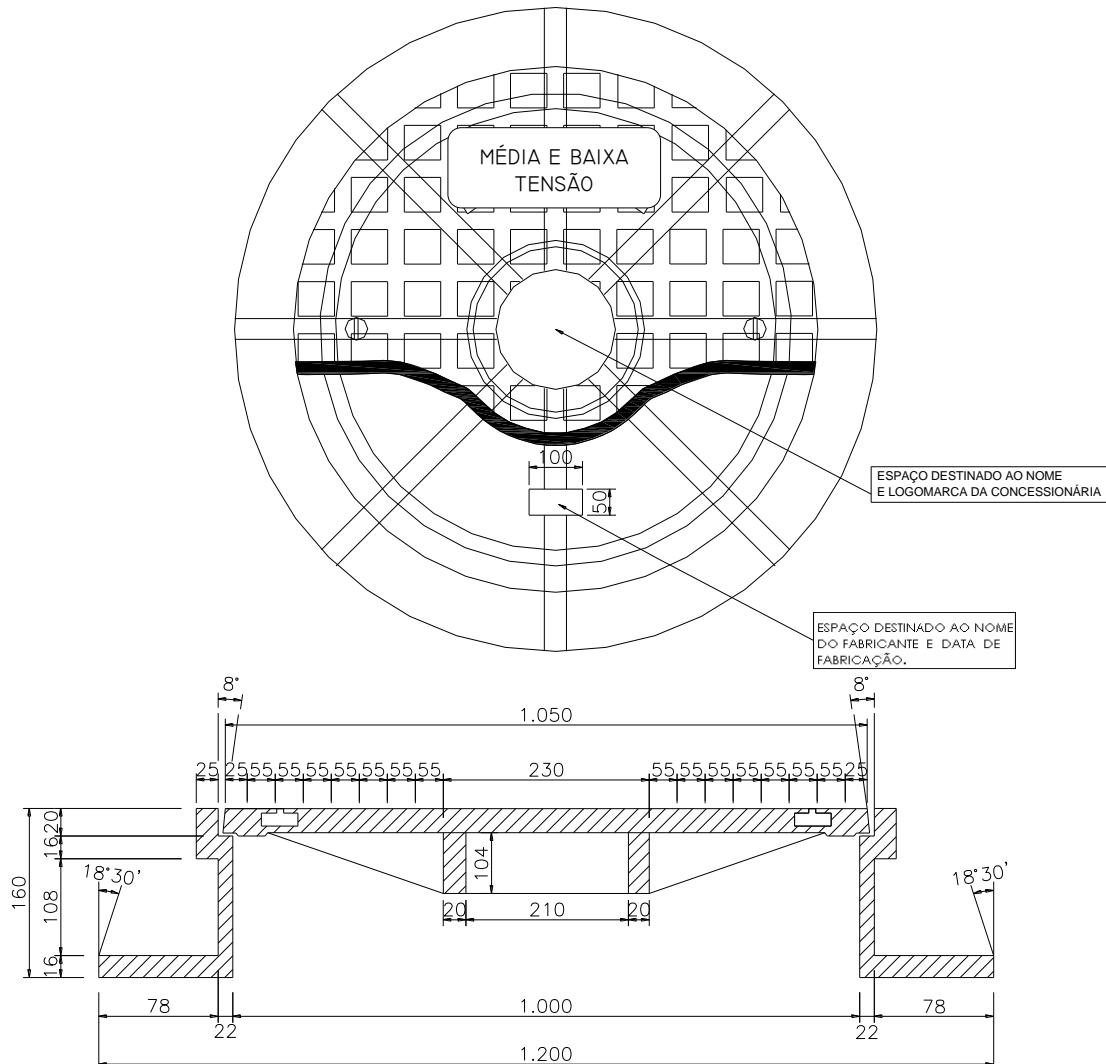
Nota 120: Tampão utilizado nas caixas tipo MTSE e MT1.



Símbolo EQUATORIAL para os tampões

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 126 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

DESENHO 48 – TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO 1.050 mm - PARA CAIXAS DA REDE PRIMÁRIA



Nota 121: As cotas estão em milímetros.

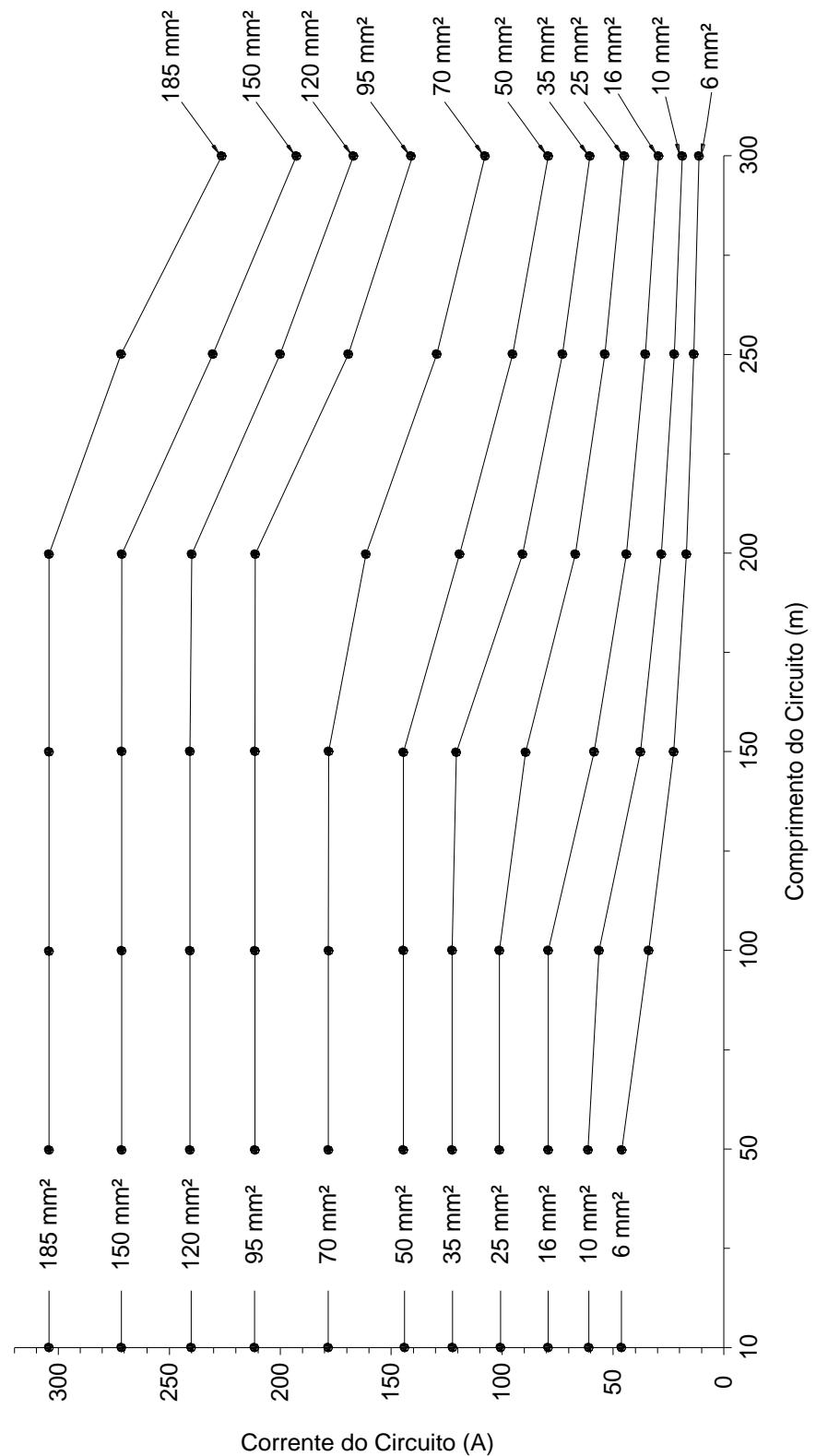
Nota 122: Tampão utilizado nas caixas tipo MTE e MT.



Símbolo EQUATORIAL para os tampões

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 127 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea	Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01	

DESENHO 49 – ESCOLHA DO CONDUTOR DE BAIXA TENSÃO EM FUNÇÃO DA CORRENTE DO CIRCUITO PARA CARGA COM FATOR DE POTÊNCIA DE 0,8

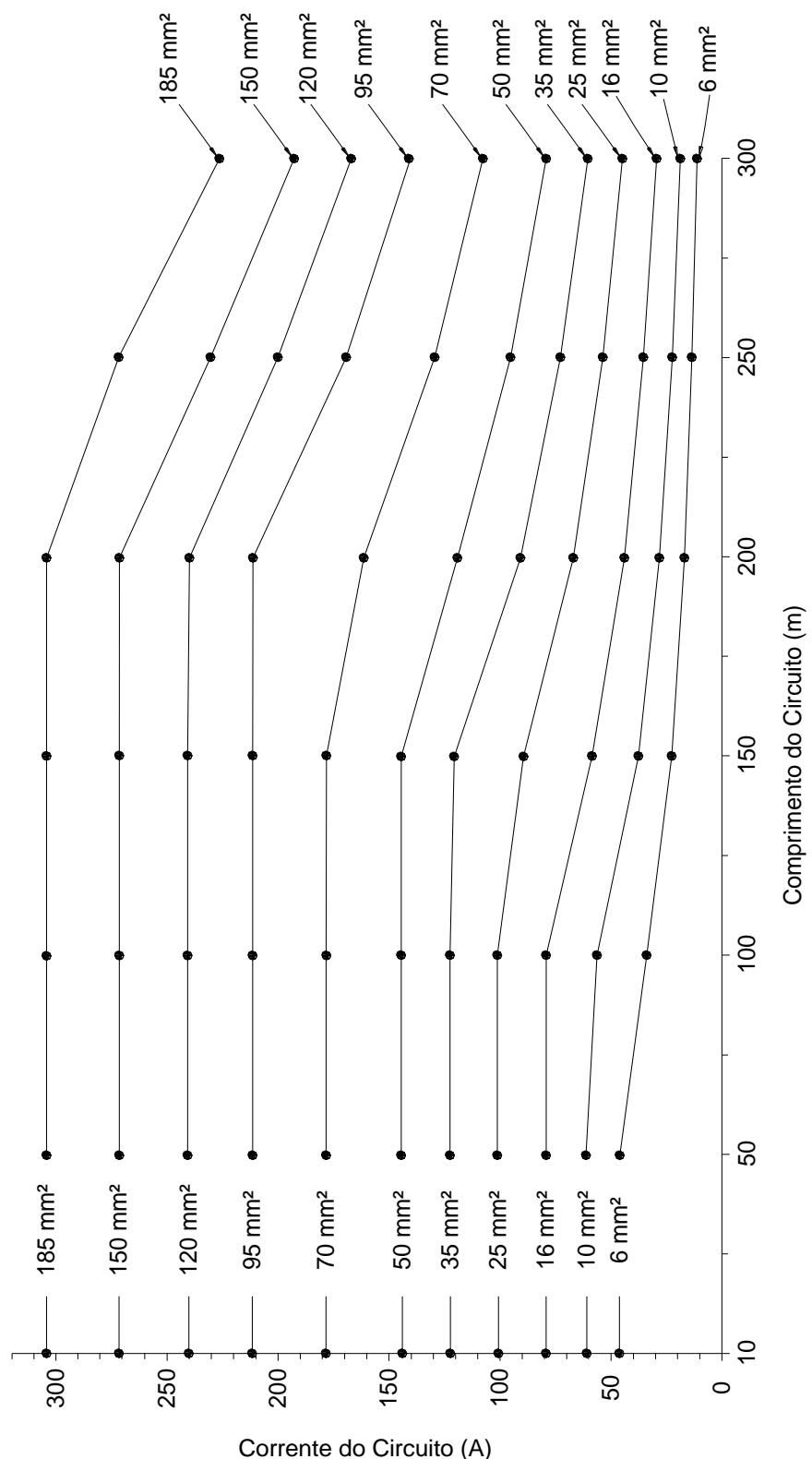


Título: Redes de Distribuição Subterrânea

 Código:
 NT.019.EQTL.Normas e
 Padrões

 Revisão:
 01

DESENHO 50 – ESCOLHA DO CONDUTOR DE BAIXA TENSÃO EM FUNÇÃO DA CORRENTE DO CIRCUITO PARA CARGA COM FATOR DE POTÊNCIA DE 0,92



equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 129 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea		Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01

Premissas para a utilização dos gráficos dos *DESENHOS 49 e 50*:

- a) Queda de tensão máxima de 5%;
- b) Circuitos trifásicos equilibrados;
- c) Carga concentrada no final do circuito;
- d) Condutores de cobre com isolamento em XLPE; e
- e) Condutores em trifólio instalados em bancos de dutos subterrâneos.

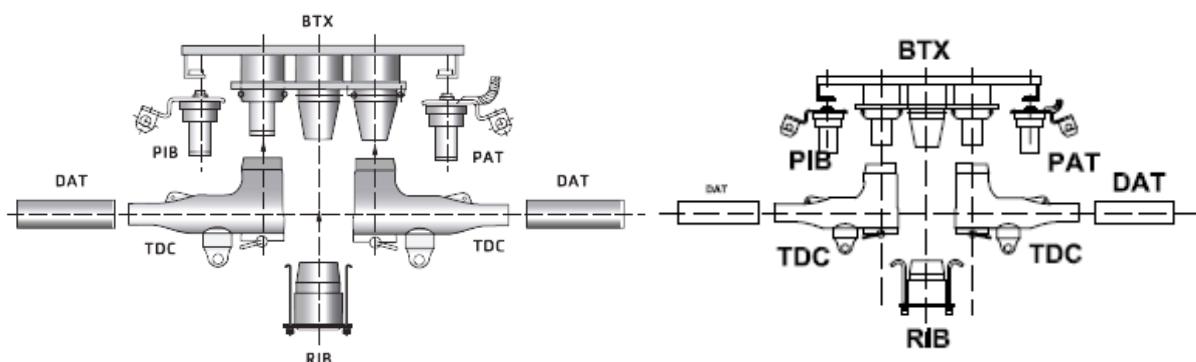
Título: Redes de Distribuição Subterrânea

 Código:
 NT.019.EQTL.Normas e
 Padrões

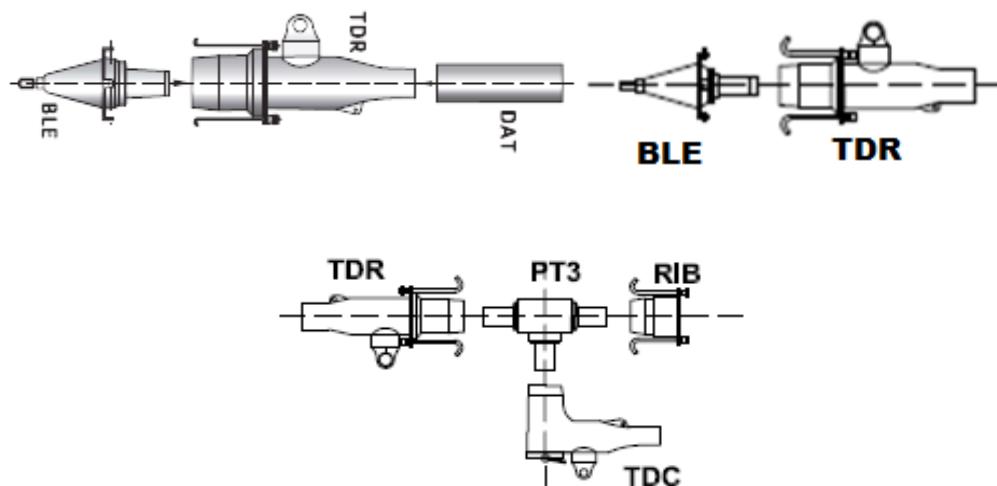
 Revisão:
 01

DESENHO 51 – ACESSÓRIOS DESCONECTÁVEIS – DERIVAÇÃO DE CIRCUITO COM BARRAMENTO TRIPLEX – LINHA 200 A

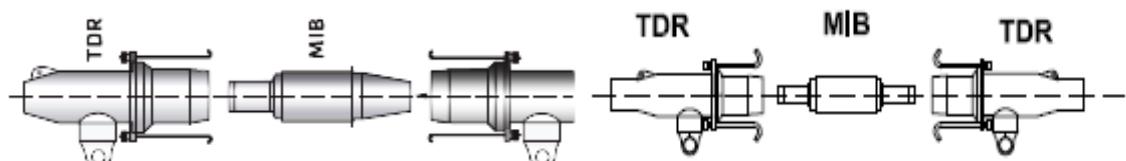
a) Derivação de circuito com barramento triplexado.



b) Ligação de Equipamento.

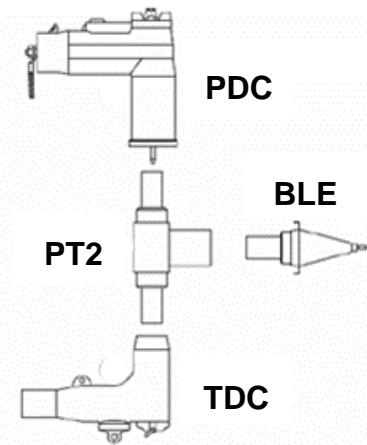


c) Emenda desconectável.



equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 131 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea		Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01

d) Para-raio desconectável.



TDC – TERMINAL DESCONECTÁVEL COTOVELO

TDR – TERMINAL DESCONECTÁVEL RETO

BLE – BUCHA DE LIGAÇÃO DE EQUIPAMENTO

BTX – BARRAMENTO TRIPLEX

PDC – PARA-RAIO DESCONECTÁVEL

PT2 – PLUGUE DE CONEXÃO DUPLO

PT3 – PLUGUE DE CONEXÃO TRÍPLEX

PIB – PLUGUE ISOLANTE BLINDADO

RIB – RECEPTÁCULO ISOLANTE BLINDADO

MIB – MÓDULO ISOLANTE BÁSICO

PAT – PLUGUE DE ATERRAMENTO

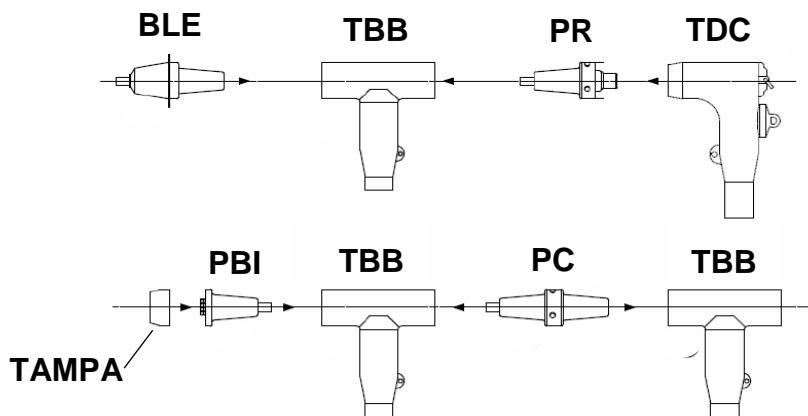
DAT – DISPOSITIVO DE ATERRAMENTO

Nota 123: A ligação destes acessórios é efetuada pelo sistema "Plug - in".

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 132 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea		Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01

DESENHO 52 – ACESSÓRIOS DESCONECTÁVEIS (EX. DE APLICAÇÃO) – LINHA 600 A

a) Ligação de equipamento.



BLE – BUCHA DE LIGAÇÃO DE EQUIPAMENTO

TBB – TERMINAL BÁSICO BLINDADO

PR – PLUGUE DE REDUÇÃO

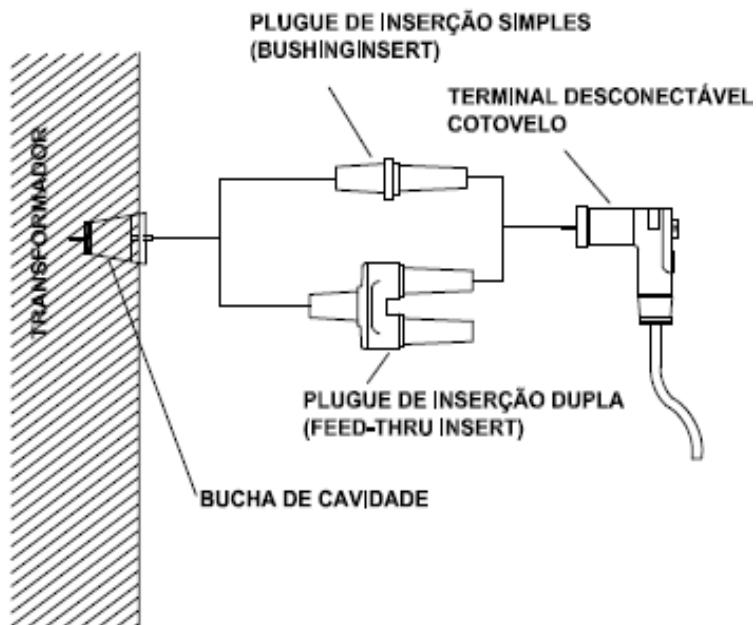
PBI – PLUGUE BÁSICO ISOLANTE (com TAMPA)

PC – PLUGUE DE CONEXÃO

Nota 124: A ligação destes acessórios é efetuada por conexão roscada.

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 133 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea		Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01

DESENHO 53 – ACESSÓRIOS DESCONECTÁVEIS PARA CONEXÃO DE TRANSFORMADOR

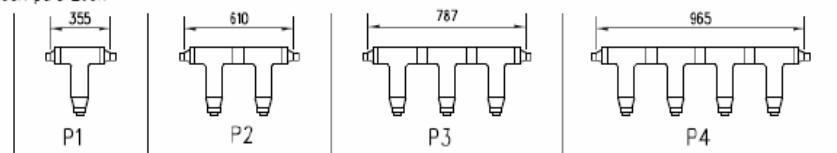


Título: Redes de Distribuição Subterrânea

 Código:
**NT.019.EQTL.Normas e
Padrões**

 Revisão:
01
DESENHO 54 – EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

- P1 - Terminal blindado 600A;
- P2 - Emenda 600A;
- P3 - Emenda 600A com derivação para 600A;
- P4 - Emenda 600A com dupla derivação para 600A;
- P5 - Emenda de redução de 600A para 200A;
- P6 - Emenda de dupla redução de 600A para 200A;
- P7 - Emenda de 600A com redução para 200A;
- P8 - Emenda 600A com dupla redução para 200A;
- P9 - Emenda 600A com derivação para 600A e redução para 200A;



	PB1-M	1	1	1	1
--	-------	---	---	---	---

	TBB	1	2	3	4
--	-----	---	---	---	---

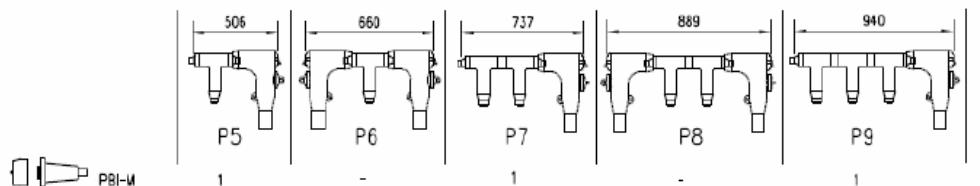
Montagem Básica

	PC	-	1	2	3
--	----	---	---	---	---

	PB1-F	1	1	1	1
--	-------	---	---	---	---

	AC	1	2	3	4
--	----	---	---	---	---

	CTB	1	2	3	4
--	-----	---	---	---	---



	PB1-M	1	-	1	-
--	-------	---	---	---	---

	TBB	1	1	2	2
--	-----	---	---	---	---

Montagem Básica

	PC	-	-	1	1
--	----	---	---	---	---

	PRM	-	1	-	1
--	-----	---	---	---	---

	PRF	1	1	1	1
--	-----	---	---	---	---

	AC	1	1	2	2
--	----	---	---	---	---

	CTB	1	1	2	2
--	-----	---	---	---	---

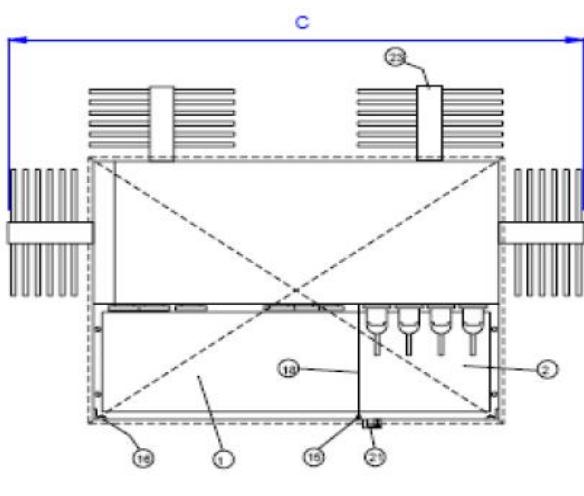
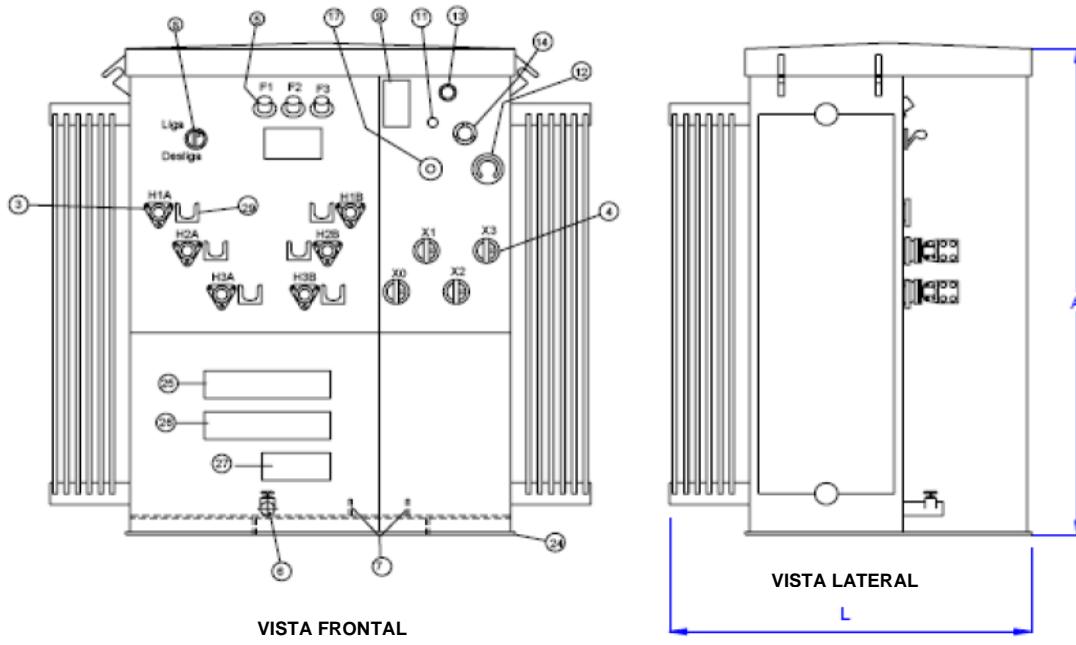
Nota 125: Indica a existência de pino rosqueado para conexão, o qual pode ser: M (Macho) ou F (Fêmea).

Nota 126: As dimensões indicadas são apenas orientativas, pois dependem do fabricante.

Título: Redes de Distribuição Subterrânea

Código:
NT.019.EQTL.Normas e
Padrões

Revisão:
01

DESENHO 55 – TRANSFORMADOR EM PEDESTAL

VISTA SUPERIOR

kVA	A (Max) mm	C (Máx) mm	L (Máx) mm
75	1320	1075	990
150	1365	1075	1020
225	1490	1075	1140
300	1715	1465	1165

- 01 - Compartimento de MT
- 02 - Compartimento de BT
- 03 - Buchas de MT
- 04 - Buchas de BT
- 05 - Suporte p/ fusível tipo baioneta
- 06 - Registro para drenagem
- 07 - Dispositivo de aterramento
- 08 - Chave de abertura em carga
- 09 - Placa de identificação
- 10 - Placa de advertência interna
- 11 - Válvula de pressão
- 12 - Termômetro
- 13 - Dispositivo p/ ligação de filtro prensa
- 14 - Indicador de nível de óleo
- 16 - Jumper de ligação
- 17 - Acionamento do comutador
- 18 - Divisória
- 19 - Ganchos de suspensão
- 20 - Tampa parafusada
- 21 - Fecho cremona com maçaneta
- 22 - Placa de advertência externa
- 23 - Radiadores
- 24 - Base
- 25 - Tensão nominal
- 26 - Letra C + pot. nominal
- 27 - Numeração de série
- 28 - Numeração patrimonial
- 29 - Dispositivo para repouso de cabos e P. raios

Nota 127: As potências nominais padronizadas dos transformadores em pedestal são: 75, 112,5, 150, 225 kVA, sendo os de 150 e 225 kVA de uso exclusivo em projetos da CONCESSIONÁRIA.

equatorial ENERGIA	NORMA TÉCNICA	Homologação em: 26/06/2019	Página: 136 de 136
Título: Redes de Distribuição Subterrânea		Código: NT.019.EQTL.Normas e Padrões	Revisão: 01

11 CONTROLE DE REVISÕES

VER	DATA	ITEM	DESCRIÇÃO DA MODIFICAÇÃO	RESPONSÁVEL
00	26/03/2018	Todos	Emissão inicial para novo padrão de documentos Equatorial Energia, porém, dando continuidade à revisão inicial do antigo padrão. Unificação normativa, considerando os padrões de tensão Celpa e Cemar, sendo atualizada a simbologia e os capítulos 6, 7 e 9, considerando também a inserção do capítulo "8".	Francisco Saulo Bezerra de Moraes
01	26/06/2019	Todos	Revisão geral, objetivando adequar e unificar corporativamente, textos, desenhos, tabelas e materiais, entre todas as CONCESSIONÁRIAS do Grupo Equatorial Energia. Com acréscimo e/ou modificação nos itens 1, 2, 3.1, 3.2, 3.4, 3.5, 3.7, 3.9 e 4.3. Adequação unificada dos <i>DESENHOS</i> 45 , 46, 47 e 48, para o novo layout das tampas de ferro fundido das caixas de passagem, com impressão em alto relevo do novo logotipo “EQUATORIAL ENERGIA” e da indicação das tensões, as quais são submetidas tais circuitos subterrâneos.	Francisco Saulo Bezerra de Moraes

12 APROVAÇÃO

ELABORADOR (ES) / REVISOR (ES)

Álvaro Luiz Garcia Brasil – Gerência de Normas e Padrões

Francisco Carlos Martins Ferreira – Gerência de Normas e Padrões

Gabriel José Alves dos Santos – Gerência de Normas e Padrões

Francisco Saulo Bezerra de Moraes – Gerência de Normas e Padrões

Gilberto Teixeira Carrera – Gerência de Normas e Padrões

APROVADOR (ES)

Jorge Alberto Oliveira Tavares – Gerência de Normas e Padrões