

Obras Cíveis	1
Instalações Elétricas/ Telefônicas	1.06
Subestação Transformadora Abrigada	1.06.01

01. DEFINIÇÃO

Compreende o fornecimento de material, equipamentos e mão-de-obra para a montagem de Subestação Abrigada.

Entende-se por Subestação Abrigada como a instalação elétrica do consumidor destinada a receber o fornecimento de energia em tensão primária de distribuição, com uma ou mais funções de manobra, proteção, medição e transformação, montada em compartimento ou edificação em alvenaria ou concreto armado.

Poderá ser interna ou externa, isolada do prédio principal. Sendo externa poderá ser abrigada em edificação com este fim específico, ao nível do solo, semi-enterrada ou subterrânea.

Considera-se nesta Especificação somente a instalação elétrica do conjunto. A construção civil que o abrigará deverá estar de acordo com as Especificações pertinentes.

02. MÉTODO EXECUTIVO

A sequência dos serviços necessários à instalação do conjunto referente à Instalação Abrigada compreenderá :

Serviços de construção civil:

- Construção do compartimento, em alvenaria ou concreto

Serviços de instalações eletromecânicas:

- Instalação de transformador;
- Montagem dos equipamentos de medição, proteção e manobra;
- Aterramento do conjunto;
- Ligação do conjunto à rede de distribuição de energia;
- Teste do conjunto.

Estes serviços deverão ser executados de acordo com as Especificações pertinentes da CEHOP e da

Concessionária local de energia (ENERGIPE/SULGIPE).

03. CRITÉRIOS DE CONTROLE

Toda a instalação deverá estar de acordo com as Especificações da Concessionária local de energia.

O número de transformadores em uma Subestação Abrigada deverá seguir, basicamente, à seguinte disposição :

Demanda	Nº de Transformadores	Nº de Compartimentos
até 225kVA	1 X 225kVA	1
de 225kVA até 300kVA	2 X 150kVA	2
de 300kVA até 600kVA	n X 225kVA	n
de 600kVA até 900kVA	n X 300kVA	n
acima de 900kVA	n X 500kVA	n

Obs.: n será obtido, pelo projetista, no cálculo da demanda prevista para a obra após sua conclusão.

A edificação que abrigará os equipamentos deverá estar de acordo com o projeto específico, aprovado pela Concessionária. Alguns requisitos básicos deverão ser observados :

Localização

Sendo isolada do prédio principal, deverá ser, de preferência, no recuo deste, com acesso fácil a partir da via pública.

Fazendo parte integrante do prédio principal, a subestação deverá ser localizada, de preferência, no limite deste, o mais próximo possível da via pública, no subsolo ou andar térreo.

A localização da subestação será estabelecida de comum acordo entre a Concessionária e o projetista. No entanto, como regra geral, deverá situar-se em local de fácil acesso e a uma distância máxima de 50 m, do limite da propriedade particular. Em caso de impossibilidade de observar esse limite,

Obras Cíveis	1
Instalações Elétricas/ Telefônicas	1.06
Subestação Transformadora Abrigada	1.06.01

deverá ser construída uma cabine intermediária para abrigar a proteção, que atenda a estas condições.

Construção

As subestações deverão ser construídas conforme projetos específicos, considerando-se as seguintes condições mínimas:

- Quando a subestação for isolada do prédio, tipo externa, semi-enterrada ou subterrânea as paredes poderão ser de alvenaria com espessura mínima de um tijolo maciço, exigindo-se, porém, revestimento de material incombustível e contenção de penetração de umidade;
- O pé direito mínimo das subestações deve ser de 5,50m, se a entrada for aérea ou 2,70 m, se subterrânea. Quando existir viga será, permitida altura mínima de 2,50m medida da face inferior da viga;
- A subestação deverá ter área de circulação e operação em seu interior com largura mínima de 1,50m;
- As portas deverão ser metálicas, abrir para fora, permitir a passagem folgada do maior equipamento da subestação (mínimo de 1,20 x 2,10 m);
- Deverá ser provida de aberturas para claridade e circulação de ar, segundo os seguintes critérios :
 - Deverão ser protegidas por dentro com tela de arame zincado 12 BWG, com malha de 2x2 cm.
 - A abertura destinada a entrada de ar deverá se localizar a 50cm do piso e a da saída, o mais próximo do teto, ambas com acesso direto para o ar livre;
 - Quando a subestação for semi-enterrada ou no subsolo, a entrada e a saída de ar poderão ser localizadas o mais próximo do teto;
 - Quando a subestação for integrante do prédio, será permitida a abertura para o

interior do mesmo, desde que seja área de garagem ou outra área ampla;

- Quando houver acesso pelo lado de fora da subestação, as aberturas de ventilação deverão contar com tela de proteção.
- Quando houver dificuldade de circulação de ar poderá ser previsto sistema automático de exaustão controlado por termostato de modo a manter a temperatura interna não superior a 30°.
- Os compartimentos da subestação deverão ser isolados com tela de arame galvanizado 12 BWG, com malha de, no máximo, 2 cm e observar as dimensões mínimas apresentadas nos desenhos 1,2 e 3.
- A grade do cubículo de medição deverá ser equipada com dispositivo para selagem.
- Para subestações isoladas do prédio, com alimentação através de linha aérea, a cobertura deverá ser de laje e ter inclinação suficiente para não permitir escoamento de água sobre a linha de Alta Tensão e acessórios;
- Quando a subestação for parte integrante do prédio, as paredes, piso, teto e porta deverão ser construídos de forma a resistir a um fogo interno durante, no mínimo, 03 horas;
- Quando semi-enterrada ou subterrânea, deverá ter um acesso que permita a passagem de, no mínimo, um transformador de 500kVA;
- A área ocupada pela subestação não deverá ser passível de inundação e deverá conter dreno para escoamento de óleo e água independente do sistema de drenagem pluvial;
- Será obrigatória a colocação de extintor de CO2-(6Kg) do lado de fora da câmara, junto à porta, para proteção contra incêndio;
- Será obrigatória a fixação, em local visível, tanto no lado externo da porta, quanto na grade de proteção dos transformadores, de placa de advertência com os dizeres : "PERIGO - Alta Tensão";
- Não será permitida nenhum tipo de tubulação não elétrica na subestação.

Obras Cíveis	1
Instalações Elétricas/ Telefônicas	1.06
Subestação Transformadora Abrigada	1.06.01

Transformadores

Deverão apresentar as seguintes características:

- Obedecer a NBR5356 e 5440;
- Ter potência de acordo com a demanda máxima prevista ou ligeiramente superior até 20% de sobrecarga;
- Ter frequência de 60Hz;
- Ter tensão primária em triângulo, para operar na faixa de 13.8 a 12.0 KV;
- Ter tensão secundária de 220/127V em estrela, com neutro acessível. Outras tensões deverão ser justificadas;
- Ter isolamento de acordo com a tensão primária local.

Transformadores de Potência utilizados com mais frequência

Potência (KVA)	Classe (KV)	Frequência (Hz)	Alta Tensão (KV)	Baixa Tensão (V)
45	15	60	13,8	220/127
75	15	60	13,8	220/127
112,5	15	60	13,8	220/127
150	15	60	13,8	220/127
225	15	60	13,8	220/127
300	15	60	13,8	220/127
500	15	60	13,8	220/127

Eletrodutos

Todos os condutores deverão ser protegidos por eletrodutos rígidos desde a saída dos terminais do transformador.

Os tubos e luvas de aço rígido deverão ser sem costura, com rosca BSP e apresentar acabamento galvanizado à quente, interna e externamente.

Isoladores

Os isoladores serão de disco de 175 mm ou de pino, em vidro ou porcelana, de pedestal em porcelana ou epoxi, para uso interno, com isolamento para 15 KV.

As buchas de passagem serão em porcelana, isoladas para 15 KV, uso externo/interno. Deverão ser fixadas em chapa de aço de ¼".

Caixas

Deverão se em chapa de ferro nº 16, para embutir em abrigo de alvenaria, nos padrões exigidos pela Concessionária, com acabamento anti-ferruginoso e pintura.

Cabos de Alta Tensão

-] Quando aéreos, os cabos serão de cobre na bitola mínima de 16 mm² (6 AWG) ou de alumínio, na bitola de 25 mm² (4 AWG);
-] Quando subterrâneos, deverão ser próprios para instalação em locais não abrigados e sujeitos à umidade, ter isolamento para 15 KV, devendo ser 4 cabos unipolares ou 1 cabo tripolar, na bitola de mínima de 16 mm² de cobre ou 25 mm² de alumínio;
-] Os condutores no solo deverão ser instalados em eletrodutos de ferro galvanizado ou PVC rígido revestido de concreto, de diâmetro mínimo de 100 mm, a uma profundidade mínima de 50 cm ou em canaleta com seção transversal mínima de 100 cm² e tampa de concreto ou chapa de ferro;
-] Ao longo de paredes ou postes, os cabos deverão ser protegidos por meio de eletrodutos de ferro galvanizado ou PVC rígido. Nas instalações externas, o eletroduto deverá ser metálico até uma altura mínima de 3,0 m;
-] As extremidades dos cabos deverão ser providas de muflas ou outras terminações adequadas, tanto na estrutura de derivação como no ponto de entrega dentro da subestação.

Cabos de Baixa Tensão

Os fios e cabos serão do tipo termoplástico, com isolamento para 750V, na bitola mínima de 1.5 mm². Bitolas inferiores poderão ser admitidas em circuitos de sinalização e comando.

Nas instalações sujeitas a umidade os cabos deverão ser do tipo Sintenax, com isolamento para 0,6/1 KV.

Obras Cíveis	1
Instalações Elétricas/ Telefônicas	1.06
Subestação Transformadora Abrigada	1.06.01

Barramentos

-] Os barramentos de alta tensão deverão ser de tubo, vergalhão ou barras de cobre nu;
-] Os barramentos, quando pintados, deverão ter as seguintes cores:

FASE A	–	verde;
FASE B	–	amarelo;
FASE C	–	marrom ou violeta;
NEUTRO	–	cinza.

-] Dimensionamento do barramento de Alta Tensão:

Demanda	Tubo ou barra Retangular de cobre	Fio de cobre nu	Vergalhão de cobre
KVA	mm ²	AWG	Ø mm
Até 700	20	4	6,5
De 701 a 2500	50	-	8,5

Quando se elevar a potência de transformação (aumento de carga) os barramentos deverão ser redimensionados.

-] Afastamento dos Barramentos de Alta Tensão:

Serviço Interno			
FASE – FASE (mm)		FASE – NEUTRO (mm)	
Mínimo	Recomendado	Mínimo	Recomendado
150	200	115	150

Serviço Externo			
FASE – FASE (mm)		FASE – NEUTRO (mm)	
Mínimo	Recomendado	Mínimo	Recomendado
170	300	130	200

Medição

A medição deverá ser dimensionada de acordo com a capacidade do transformador e executada em caixas padrões instaladas em abrigo de alvenaria, conforme projeto executivo de elétrica.

Os medidores deverão ser agrupados em um ou mais painéis, em locais de fácil acesso ao leiturista.

Proteção Contra Descargas Atmosféricas

Deverá ser instalado pára-raios tipo válvula, com desligador automático, para 12 KV e com ferragens de fixação.

Nas instalações abrigadas alimentadas por ramal aéreo, deverão ser instalados pára-raios em suportes adequados na sua entrada.

Quando a alimentação da instalação for através de ramal subterrâneo, deverão ser instalados pára-raios na estrutura de derivação do cabo subterrâneo.

Quando, após a instalação e medição/proteção, houver ramal aéreo em tensão primária de distribuição, deverão ser instalados pára-raios na saída da instalação abrigada e na entrada da instalação de transformação.

Aterramento

Deverá ser executado um sistema de aterramento, visando-se proteger as partes metálicas da instalação. O valor da resistência de terra máxima, medida em qualquer época do ano, não deverá exceder o valor de 20 Ohms.

Subestações com até 1MVA poderão utilizar projeto padrão de malha de aterramento conforme os desenhos nesta Especificação. Para subestações acima de 1MVA deverá ser desenvolvido cálculo específico.

A haste COPPERWELD deverá ter 16mm X 2,40m e ser revestida de cobre por deposição eletrolítica.

Pelo menos uma das hastes deverá ser colocada em caixa de alvenaria com tampa para inspeção, com dimensões mínimas de 300 X 300 X 200mm.

Em toda instalação deverá ser previsto um terminal (ou barra) de aterramento principal e os seguintes condutores deverão ser ligados:

- Condutores de aterramento;
- Condutores de proteção;
- Condutores da ligação equipotencial principal;
- Conductor de aterramento funcional, se necessário.

A distância mínima entre eletrodos, caso seja necessário utilizar mais de um, deverá ser igual ou

<i>Obras Cíveis</i>	<i>1</i>
<i>Instalações Elétricas/ Telefônicas</i>	<i>1.06</i>
<i>Subestação Transformadora Abrigada</i>	<i>1.06.01</i>

maior que seu comprimento; deverão ser interligados por meio de condutores de cobre ou de aço cobreado, de bitola mínima de 35mm² para cabo de cobre e 2 AWG para aço cobreado.

Havendo limitações físicas para colocação dos eletrodos, poderão ser utilizadas outras técnicas de aterramento, desde que respeitado valor da resistência máxima de terra de 20 Ohms.

Os condutores de aterramento deverão ser contínuos, isto é, não deverão ter em série nenhuma parte metálica da instalação.

A ligação do condutor ao sistema de aterramento deverá ser feita por solda exotérmica, não sendo permitido o uso de solda simples. Opcionalmente, poderá ser aceito grampo de aterramento tipo “U”, desde que possua caixa de inspeção em todas as conexões.

O neutro dos transformadores deverá ser solidamente aterrado o mais próximo possível do mesmo. Sua ligação ao sistema de aterramento deverá ser feita através de condutor de cobre, dimensionado de acordo com o condutor das fases.

As carcaças dos transformadores, disjuntores, chaves e quaisquer outras partes metálicas que não conduzam corrente deverão ser aterradas. A ligação entre cada uma delas e o sistema de aterramento será feita por um único condutor de cobre nu, de seção 25mm² (preferível 35mm²).

A ligação entre os pára-raios e o sistema de aterramento deverá ser feita através de um condutor de cobre nu de 35mm² ou aço cobreado 2 AWG, no mínimo. Este condutor deverá ser tão curto quanto possível, evitando-se curvas e ângulos pronunciados. Para pára-raios externos, a descida do cabo para a malha de terra deverá ser protegida por tubo de PVC com diâmetro mínimo de 20mm, até uma altura de 2,80m a partir do solo.

A conexão à malha de terra deverá ser feita com conector apropriado.

Conectores

Nas emendas e derivações deverão ser usados conectores apropriados ou solda tipo exotérmica, não se permitindo o uso de solda estanho.

Ferragens

Todas as ferragens deverão ser zincadas a fusão e atender à NBR5706.

Obras Cíveis	1
Instalações Elétricas/ Telefônicas	1.06
Subestação Transformadora Abridada	1.06.01

Configurações Básicas de Subestações Abridadas

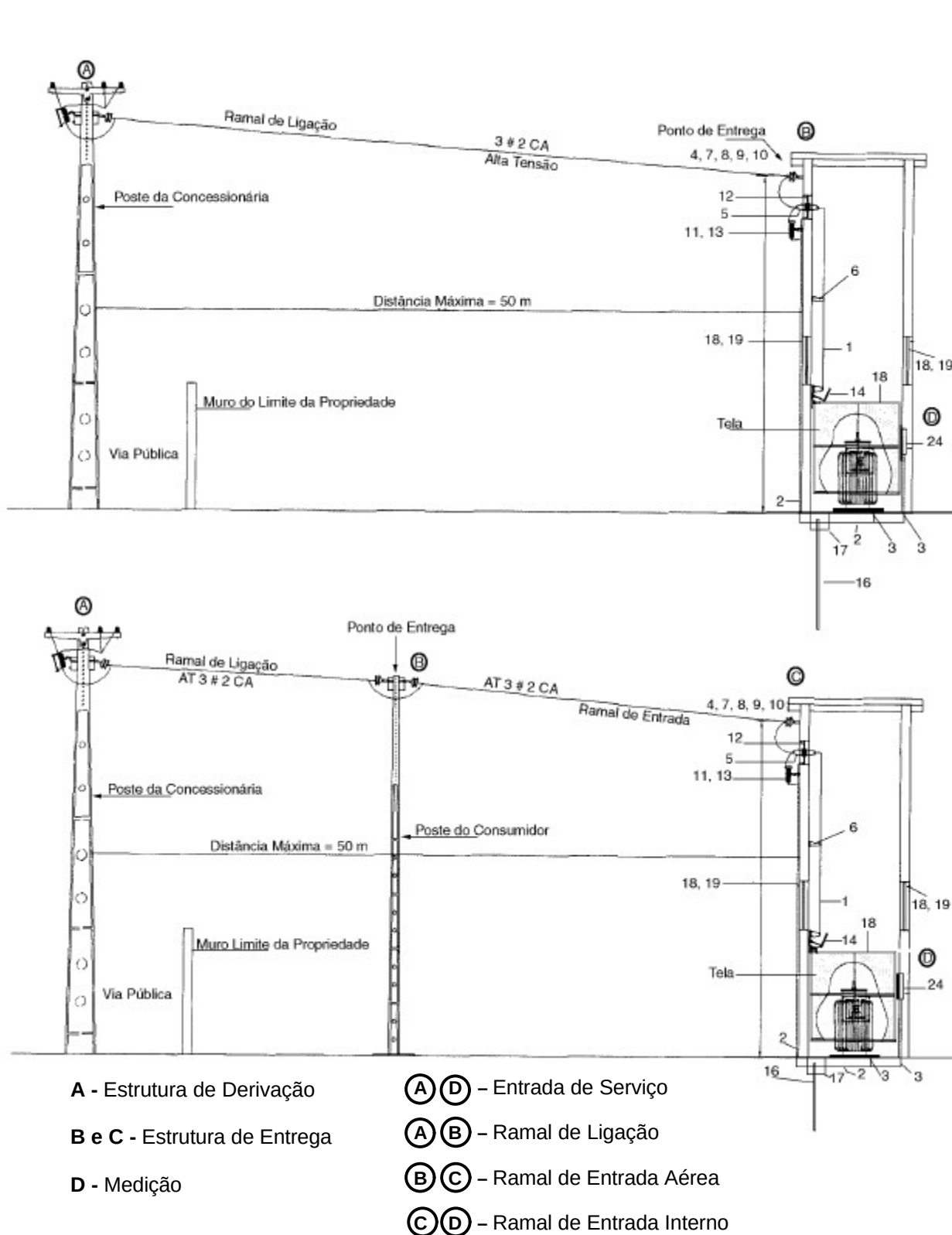


Figura 01. Subestação Transformadora Abridada - Localização

Obras Cíveis	1
Instalações Elétricas/ Telefônicas	1.06
Subestação Transformadora Abrigada	1.06.01

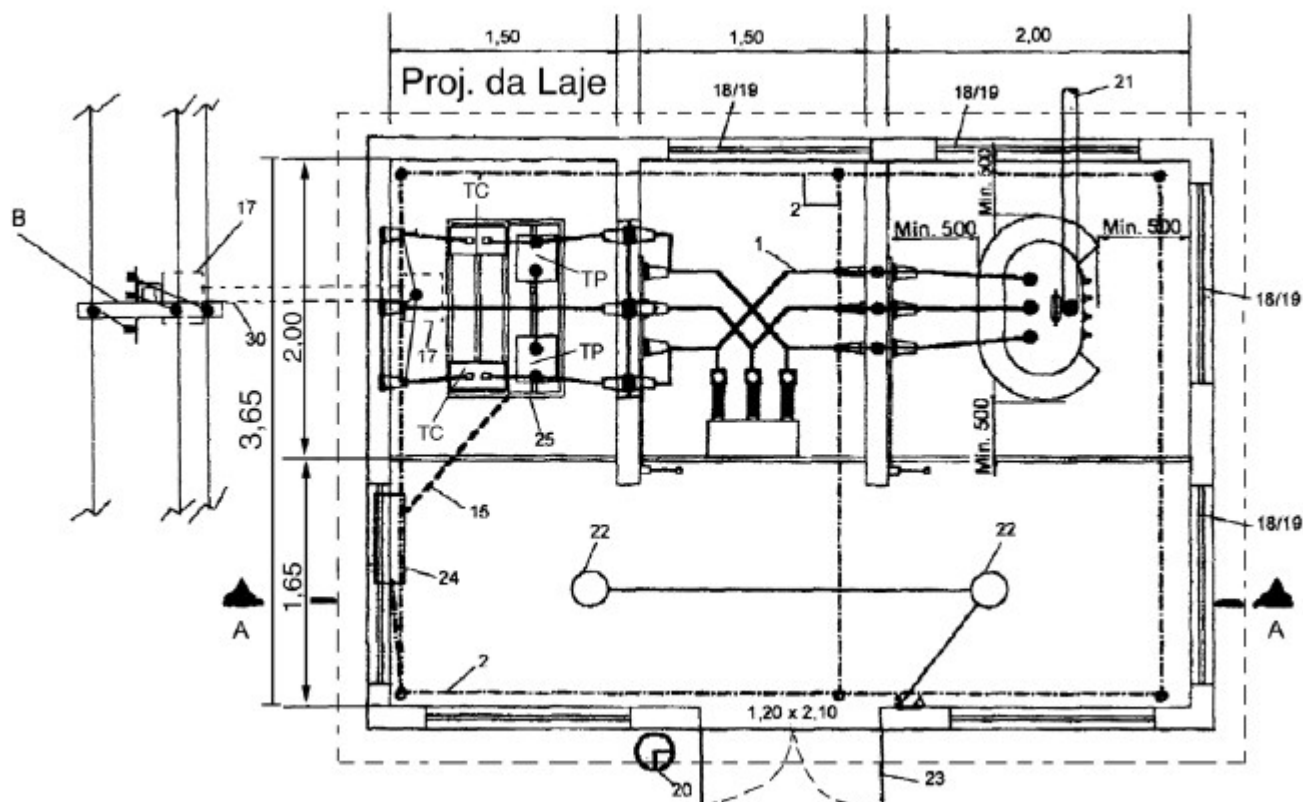


Figura 02. Subestação Transformadora Abrigada, Entrada Subterrânea, Medição AT - PLANTA BAIXA

Obras Cíveis	1
Instalações Elétricas/ Telefônicas	1.06
Subestação Transformadora Abrigada	1.06.01

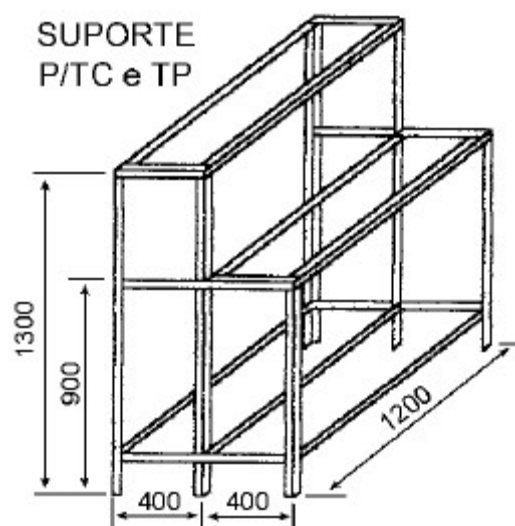
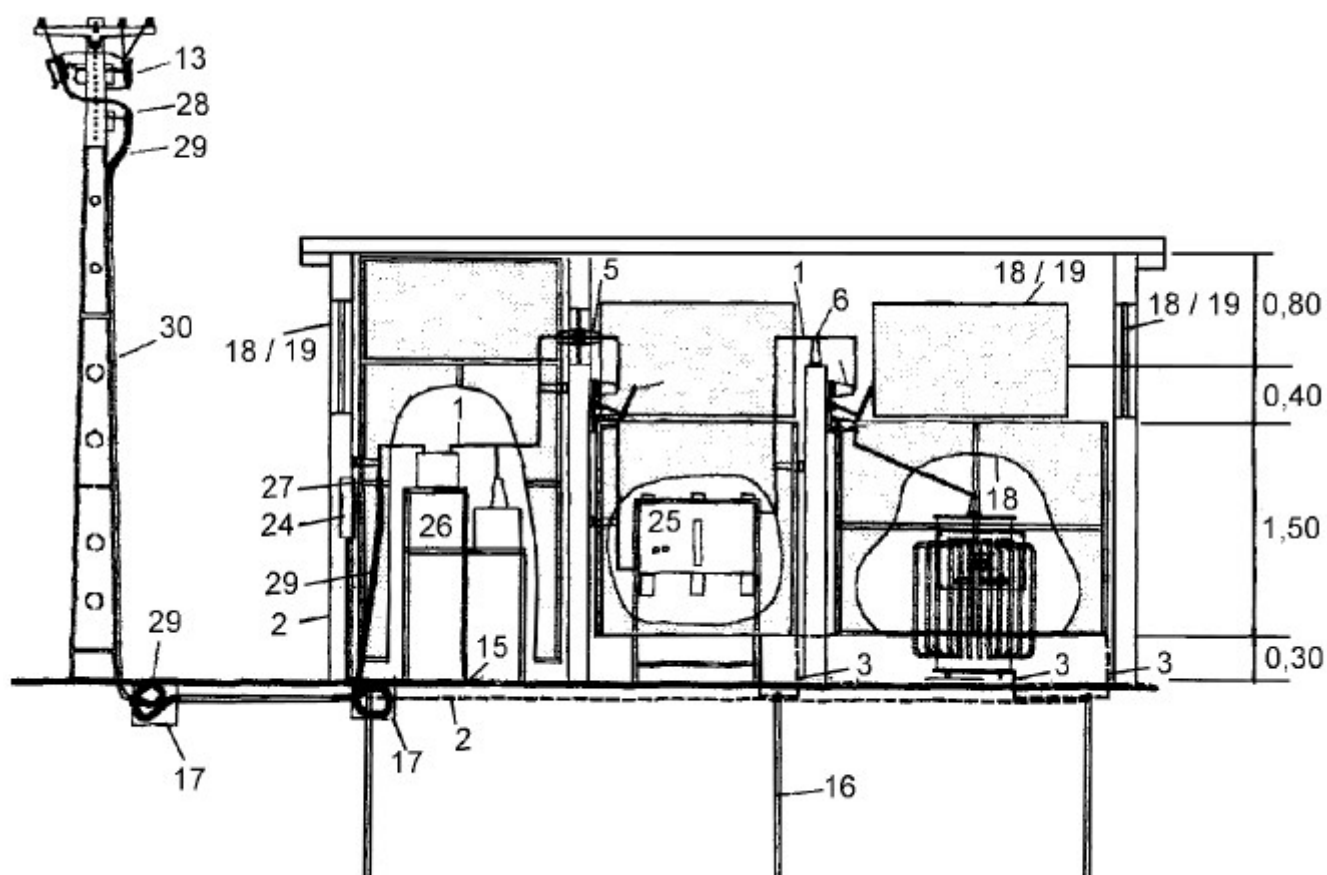


Figura 03. Subestação Transformadora Abrigada, Entrada Subterrânea, Medição AT - CORTE A – A

Obras Cíveis	1
Instalações Elétricas/ Telefônicas	1.06
Subestação Transformadora Abrigada	1.06.01

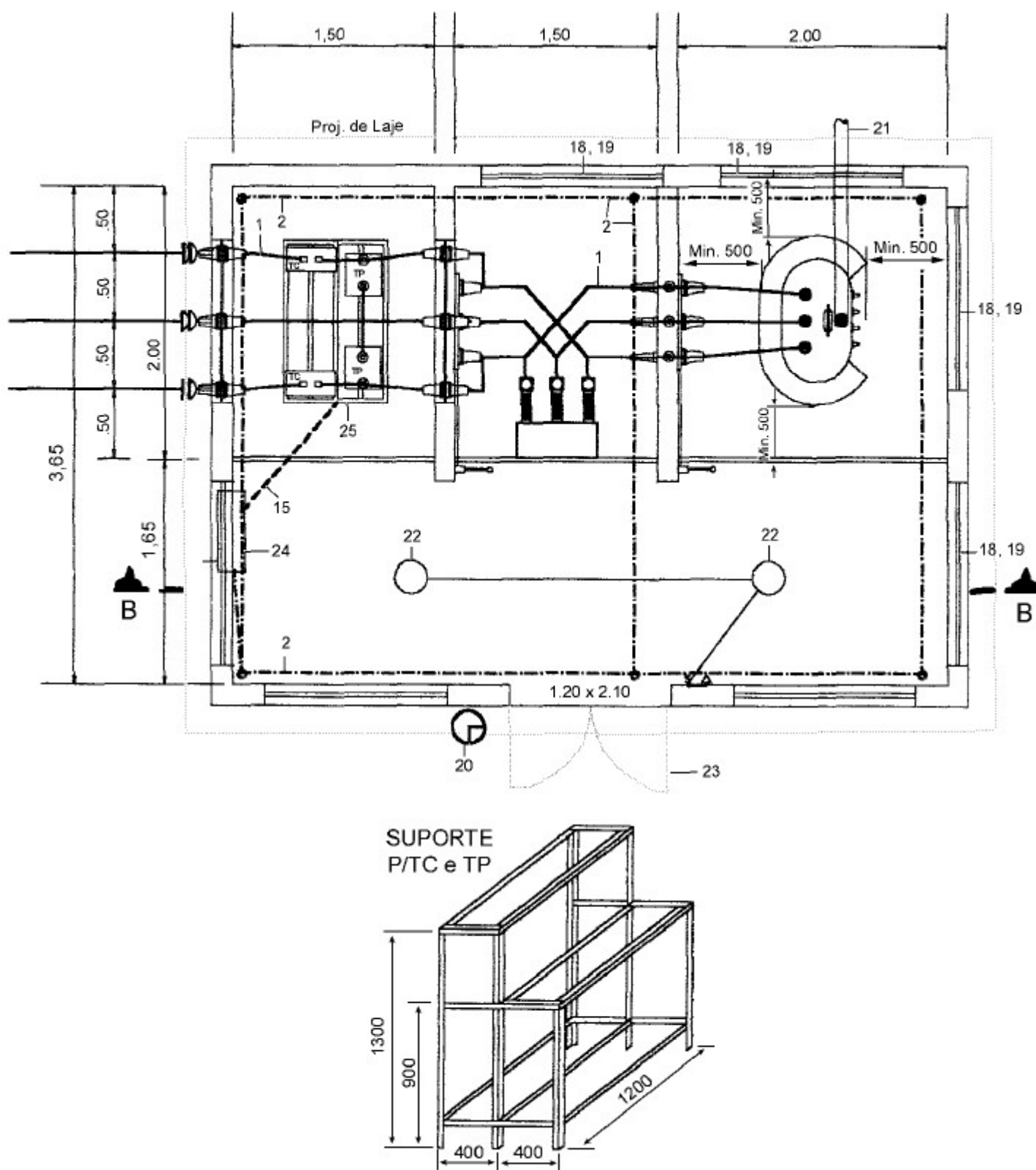


Figura 04. Subestação Transformadora Abrigada, Entrada Aérea Medição em AT – PLANTA BAIXA

Obras Cíveis	1
Instalações Elétricas/ Telefônicas	1.06
Subestação Transformadora Abrigada	1.06.01

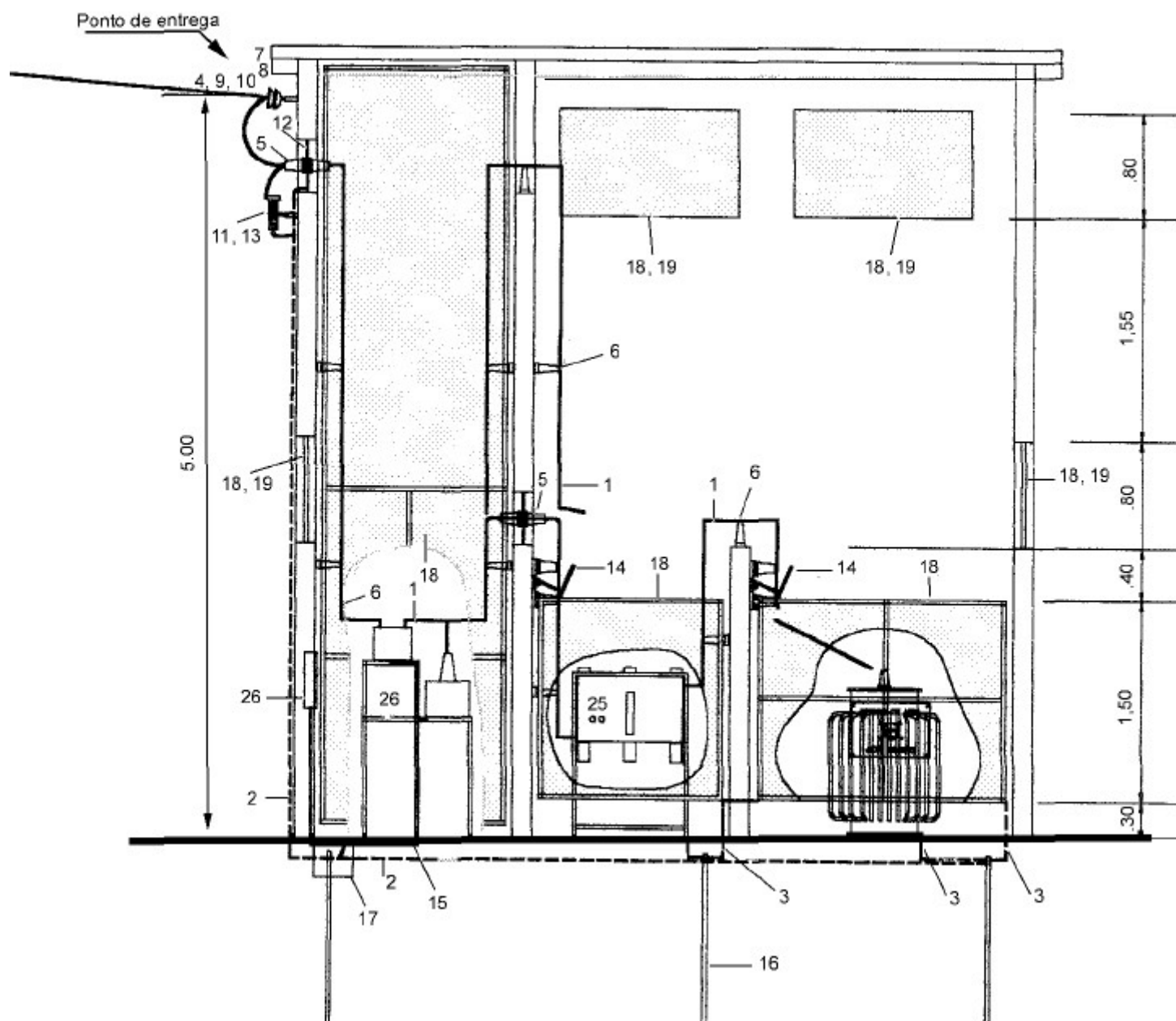


Figura 05. Subestação Transformadora Abrigada, Entrada Aérea, Medição em AT – CORTE B - B

Obras Cíveis	1
Instalações Elétricas/ Telefônicas	1.06
Subestação Transformadora Abrigada	1.06.01

ITEM	DESCRIÇÃO
01	Tubo, vergalhão ou barra de cobre
02	Cabo de cobre nu, bitola mínima de 35 mm ²
03	Cabo de cobre nu, bitola mínima de 25 mm ²
04	Isolador de disco garfo olhal
05	Isolador de passagem tipo externo/interno, p/ 15 KV
06	Isolador pedestal uso interno p/ 15 KV
07	Porca olhal p/parafuso 16 mm
08	Gancho olhal c/ furo 18 mm
09	Manilha sapatilha em ferro nodular galvanizado
10	Alça preformada de distribuição
11	Suporte p/fixação de pára-raios
12	Chapa p/fixação dos isoladores de passagem
13	Pára-raios 12 KV c/desligamento automático, resistência n/linear
14	Chave seccionadora tripolar acionamento simultâneo, 400 A – 15 KV
15	Eletroduto de PVC rígido rosqueável, 20 mm
16	Haste de aterramento em aço cobreado 16x3000 mm
17	Caixa de inspeção da malha de terra
18	Grade de proteção em cantoneira e tela zincada (arame 12 BWG , malha 30x30 mm)
19	Janela de ventilação (ou cobogó telado com malha 30x30 mm)
20	Extintor de incêndio tipo CO ₂ (12 Kg)
21	Drenagem de óleo com grelha
22	Luminária para lâmpada (incandescente de 100W)
23	Porta metálica abrindo p/fora (mínimo de 1,20x2,10)
24	Caixa de medição padrão ENERGEIPE
25	Disjuntor para 250 MVA – 15 KV (Potências da SE superiores a 250 KVA)
26	Suporte em cantoneira para montagem de TC e TP
27	Terminação com fitas (interno) para cabo singelo (4) – 15 KV
28	Mufla uso externo para cabo singelo (4) – 15 KV
29	Cabo de cobre singelo (4) isolado para 15 KV
30	Eletroduto Ferro Galvanizado 4"

04. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Para fins de recebimento, a medição será feita por unidade instalada, ligada à rede de distribuição, testada, aceita pela Fiscalização e aprovada pela Concessionária local de energia.

Considera-se nesta Especificação somente a instalação elétrica do conjunto.

Os serviços de construção civil deverão estar de acordo com suas respectivas Especificações e serão medidos conforme as composições pertinentes.

O pagamento será por preço unitário contratual e conforme medição aprovada pela Fiscalização.

Obras Cíveis	1
Instalações Elétricas/ Telefônicas	1.06
Subestação Transformadora Abrigada	1.06.01

05. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

FONTE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO
ABNT	NBR 5283	Disjuntores em média tensão
ABNT	NBR 05380	Transformador de potência (MB00128)
ABNT	NBR 05381	Chaves de faca, tipo seccionadora, não blindadas, para baixa tensão
ABNT	NBR 05414	Execução de instalações elétricas de alta tensão de 0,6 a 15 KV
ABNT	NBR 05416	Aplicação de Cargas em Transformadores de Potência
ABNT	NBR 05440	Transformadores para redes aéreas de distribuição - características elétricas e mecânicas
ABNT	NBR 05449	Dimensionamento de Cabos Pára-Raios para Linhas Aéreas de Transmissão de Energia Elétrica
ABNT	NBR 05458	Transformador de potência (TB00019-14)
ABNT	NBR 05706	Coordenação modular da construção.
ABNT	NBR 08158	Ferragens Eletrotécnicas para Redes Aéreas Urbanas e Rurais de Distribuição de Energia Elétrica
ABNT	NBR 08159	Ferragens Eletrotécnicas para Redes Aéreas Urbanas e Rurais de Distribuição de Energia Elétrica. Formatos, dimensões e tolerâncias
ABNT	NBR 08451	Postes de Concreto Armado para Redes de Distribuição de Energia Elétrica
ABNT	NBR 08452	Postes de Concreto Armado para Redes de Distribuição de Energia Elétrica Dimensões
ABNT	NBR 08453	Cruzeta de Concreto Armado para Redes de Distribuição de Energia Elétrica
ABNT	NBR 08454	Cruzeta de Concreto Armado para Redes de Distribuição de Energia Elétrica Dimensões
ABNT	NBR 08456	Postes de Eucalipto Preservado para Redes de Distribuição de Energia Elétrica
ABNT	NBR 08457	Postes de Eucalipto Preservado para Redes de Distribuição de Energia Elétrica Dimensões
ABNT	NBR 08458	Cruzetas de Madeira para Redes de Distribuição de Energia Elétrica
ABNT	NBR 08459	Cruzetas de Madeira - Dimensões
ABNT	NBR 08926	Guia de Aplicação de Relés para a Proteção de Transformadores
ABNT	NBR 11770	Relés de medição e sistemas de proteção
ABNT	NBR 11790	Isolador Suporte de Porcelana ou Vidro para Tensões acima de 1000 V
ABNT	NBR 5356	Transformador de Potência
ABNT	NBR 11835	Acessórios Isolados Desconectáveis para Cabos de Potência para Tensões de 15 KV e 35 KV
ABNT	NBR 12008	Isolador Suporte de Porcelana ou Vidro para Tensões Acima de 1000 V
ABNT	NBR 13571	Haste de Aterramento Aço-Cobreada e Acessórios
COELBA		Manual de Fornecimento em Baixa Tensão em Edificações Individuais – 4ª edição – 1996
COELBA		Manual de Fornecimento em Tensão classe 15kV – 3ª edição - 1996