
	TÍTULO: <b>Transformadores para Redes Subterrâneas</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-210	
		REV.: 04	Nº PÁG.: 1/43
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 11/10/2024	

## SUMÁRIO

1	CONTROLE DE ALTERAÇÕES.....	2
2	DOCUMENTOS SUBSTITUÍDOS .....	2
3	OBJETIVO .....	2
4	RESPONSABILIDADES .....	3
5	DEFINIÇÕES.....	3
6	ESPECIFICAÇÕES .....	3
7	REFERÊNCIAS .....	22
8	ANEXOS.....	24

	TÍTULO: <b>Transformadores para Redes Subterrâneas</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-210	
		REV.: 04	Nº PÁG.: 2/43
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 11/10/2024	

## 1 CONTROLE DE ALTERAÇÕES

Revisão	Data	Alterações em relação à versão anterior
00	07/12/2022	Emissão do documento.
01	05/03/2024	Tabela 4 – correção dos valores de impedância, definidas de acordo com cada tipo de transformador, atendendo ao projeto de revisão da norma de transformadores subterrâneos, sendo que as perdas (nível C) e correntes de excitação estão em conformidade com a norma NBR 12454:2022; Anexo IV – correção dos códigos da Neoenergia Brasília, que agora são os mesmos do NE; Figuras 4 – Anexo I - correção nos desenhos com a retirada dos valores numéricos das cotas e inserindo os indicativos (letras “A” até “E”) conforme Tabela 11; Tabela 10 – alterado os valores de correntes das buchas secundárias e inserido a nota referente ao terminal da bucha de BT; Tabela 11 – corrigido os valores da cota “D”; Item 6.3 – corrigido o material da placa de identificação para aço inox, em conformidade com a Figura 13 do Anexo I.
02	13/06/2024	Remoção do item 5.1.1 – Requisito de submersão total por um período de até 12 horas.
03	29/04/2024	Remoção da nota de rodapé com “Internal Use”.
04	11/10/2024	Edição do item 5.

## 2 DOCUMENTOS SUBSTITUÍDOS


Este documento substitui os seguintes documentos:

Documento	Revisão	Descrição	Distribuidora
DIS-ETE-210	00	Transformadores para Redes Subterrâneas	Neoenergia (Coelba, Cosern, Pernambuco, Elektro e Brasília)

## 3 OBJETIVO

Apresentar os requisitos técnicos mínimos ao fornecimento, relativos a características, projeto, fabricação e ensaios de transformadores de distribuição para utilização nas redes de distribuição subterrânea das distribuidoras dos estados da Bahia (Neoenergia Coelba) e Distrito Federal (Neoenergia Brasília). °

Os transformadores abrangidos por esta especificação devem satisfazer as normas ABNT NBR 5356 partes 1 a 5, prevalecendo, em caso de dúvida e condições específicas, o descrito nesta especificação.

	TÍTULO: <b>Transformadores para Redes Subterrâneas</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-210	
		REV.: 04	Nº PÁG.: 3/43
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 11/10/2024	

#### 4 RESPONSABILIDADES

Compete aos órgãos de segurança, engenharia, projeto, construção, ligação, operação, manutenção e atendimento comercial, cumprir o estabelecido nesta especificação.

#### 5 DEFINIÇÕES

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os termos e definições da ABNT NBR 5356-1, e o seguinte:

Distribuidora Contratante: denominação dada à empresa fornecedora dos serviços de distribuição de energia elétrica dos estados da Bahia (Neoenergia Coelba) e Distrito Federal (Neoenergia Brasília).

#### 6 ESPECIFICAÇÕES

##### 6.1 Características Gerais

**6.1.1** Este documento estabelece os requisitos das características elétricas e mecânicas dos transformadores aplicáveis a redes de distribuição subterrâneas, na classe de tensão primária de 15 kV e nas tensões secundárias 400/231 e 220/127 V, com enrolamento de cobre ou alumínio, imersos em óleo isolante e com resfriamento natural, para aplicação nas seguintes condições de serviço:

- a) Altitude variável do nível do mar até 1300 m, porém face a pouca influência dessa altitude em relação aos componentes, esses transformadores podem ser fabricados considerando altitudes não superior a 1000 m, conforme previsto na norma ABNT NBR 5356-1;
- b) Faixa de temperatura de -25°C (mínima) e 40°C (máxima), com média diária não superior a 30°C;
- c) Umidade relativa do ar variando de 10% (mínima) a 90% (máxima).

##### 6.1.2 Potências Nominais

As potências nominais padronizadas pela distribuidora são de 500 kVA e 1000 kVA.

##### 6.1.3 Níveis de Isolamento


Os níveis de isolamento dos transformadores devem ser conforme Tabela 1.

**Tabela 1 - Níveis de Isolamento**

Tensão máxima do equipamento (kV eficaz)	Tensão suportável à frequência industrial (kV eficaz)	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico (kV eficaz)
1,2	10	30
15	34	110

##### 6.1.4 Derivações e Tensões Nominais

As derivações e tensões nominais dos transformadores devem atender a Tabela 2.

	TÍTULO: <b>Transformadores para Redes Subterrâneas</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-210	
		REV.: 04	Nº PÁG.: 4/43
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 11/10/2024	

**Tabela 2 - Derivações e Tensões Nominais**

Tensão máxima do equipamento (kV eficaz)	Tensões nominais do Primário (V)	Tensões nominais do Secundário (V)	Aplicação	
			Neo Brasília	Neo Coelba
15	14.400	400/231	X	
	14.100			
	13.800			
	13.500			
	13.800	220/127		X
	13.200			
	12.600			
	12.000			
11.400				

### 6.1.5 Deslocamento Angular e Diagrama Fasorial

Os transformadores subterrâneos devem ter os enrolamentos primários ligados em triângulo e os enrolamentos secundários ligados em estrela, com neutro acessível, sendo o deslocamento angular entre eles de 30° (Dyn1), conforme o diagrama fasorial da Figura 1 do Anexo I.

### 6.1.6 Relação de Transformação

A relação de transformação entre valores de tensão primária e secundária não deve ser superior ao valor nominal considerando as tolerâncias indicadas na Tabela 5.

### 6.1.7 Frequência Nominal

A frequência nominal dos transformadores deve ser 60 Hz.

### 6.1.8 Elevação de Temperatura


Sob condições de trabalho em plena capacidade, e atendendo às condições prescritas no item 4.1 da norma ABNT NBR 5356-1, os transformadores objetos dessa especificação devem atender aos limites de temperatura indicados na Tabela 3.

**Tabela 3 - Limites de Elevação de Temperatura**

Líquido isolante	Óleo isolante vegetal <sup>1</sup>
Classe térmica mínima da isolamento dos enrolamentos (°C)	105 / 180 <sup>2</sup>
Média dos enrolamentos (°C)	55
Ponto mais quente dos enrolamentos (°C)	65
Óleo isolante (topo do óleo) (°C)	50
Temperatura de referência das perdas totais e impedância (°C)	75

<sup>1</sup> Para transformadores imersos em óleo vegetal isolante, a isolamento dos enrolamentos (condutores e isolamento entre camadas) pode ser em papel *kraft* neutro ou termo-estabilizado.

<sup>2</sup> A classe de isolamento de 180°C deve ser atendida para o fio esmaltado, se aplicado nos enrolamentos de AT. Demais componentes devem atender ao mínimo de 105°C.

	TÍTULO: <b>Transformadores para Redes Subterrâneas</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-210	
		REV.: 04	Nº PÁG.: 5/43
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 11/10/2024	

### Perdas, Corrente de Excitação e Impedância de Curto-circuito

Os valores médios de perdas, correntes de excitação e tensão de curto-circuito especificados devem ser no máximo aqueles apresentados na Tabela 4. Entretanto, valores individuais não podem ultrapassar as tolerâncias indicadas na Tabela 5.

**Tabela 4 - Perdas, Corrente de Excitação e Tensão de Curto-circuito**

Potência	Corrente de excitação	Perdas em vazio	Perdas totais	Tensão de curto-circuito a 75° C	
(kVA)	Io (%)	Po (W)	Pt (W)	Z (%)	
				400/231 V	220/127 V
500	1,3	1075	6990	5	5
1000	1,3	1745	12410	7	5

**Tabela 5 - Tolerâncias para Perdas, Corrente de Excitação, Tensão de Curto-circuito e Relação de Tensões**

Item	Característica específica	Tolerância
1	Impedância de curto-circuito	± 7,5 %
2	Perdas em vazio	10%
3	Perdas totais	6%
4	Corrente de excitação	± 20%
5	Relação de tensões	± 0,5%

### 6.1.9 Regulação

A regulação deverá ser garantida para valores de fator de potência de 1,0 e 0,8, referidas a 75°C.

### 6.1.10 Tensão de Rádio Interferência (TRI)

O transformador deve ser submetido ao ensaio de tensão de rádio interferência conforme a norma CISPR 18-2, com a tensão máxima de 1,1 vez o valor da tensão da maior derivação entre terminais AT acessíveis. Nestas condições, o valor máximo da tensão de rádio interferência deve ser de 250 µV para tensão máxima de 15 kV.

### 6.1.11 Nível de Ruído


O transformador deve atender aos níveis máximos de ruído conforme a Tabela 6, quando ensaiado conforme a norma ABNT NBR 7277.

**Tabela 6 - Nível de Ruído**

Potência nominal do transformador equivalente com dois enrolamentos (kVA)	Nível máximo de ruído (db)
500	56
1 000	58

### 6.1.12 Capacidade de Resistir a Curtos-circuitos

O transformador deve resistir aos esforços térmico e dinâmico devido a curtos-circuitos, quando ensaiado de acordo com a norma ABNT NBR 5356-5, limitada a corrente simétrica ao máximo de 25 vezes a corrente nominal do transformador.

	<b>TÍTULO:</b> <b>Transformadores para Redes Subterrâneas</b>	<b>CÓDIGO:</b> DIS-ETE-210	
		<b>REV.:</b> 04	<b>Nº PÁG.:</b> 6/43
<b>APROVADOR:</b> RICARDO PRADO PINA		<b>DATA DE APROVAÇÃO:</b> 11/10/2024	

### 6.1.13 Tanque

**6.1.13.1** O tanque deve ser construído com chapa de aço, conforme normas ABNT NBR 6648, ABNT NBR 6649, ABNT NBR 6650, ABNT NBR 11888, ABNT NBR 6666, ABNT NBR 11889 e ABNT NBR 5601, o que for aplicável.

**6.1.13.2** As soldas executadas na confecção do tanque, tampa e radiadores devem ser feitas de modo contínuo, externamente, de modo a garantir a estanqueidade e as características mecânicas para transporte e operação.

**6.1.13.3** As soldas devem ser isentas de porosidade, rachaduras e devem assegurar boa penetração e cobertura nas junções.

**6.1.13.4** O tanque deve ter dimensões e formato de maneira que a pressão interna no espaço gasoso resultante da operação à potência nominal, não deve exceder a 0,05 MPa (0,5 kgf / cm<sup>2</sup>).

**6.1.13.5** O nível de líquido isolante a 25 °C deve ser marcado internamente no tanque, em baixo ou em alto relevo e pintado com tinta indelével, contrastante com a pintura interna, visível através da abertura de inspeção quando existente e, deve estar, no mínimo, 50 mm acima da parte viva de maior cota em relação ao fundo do tanque.

**6.1.13.6** A espessura das chapas do tanque deve atender aos valores indicados na Tabela 7.

**Tabela 7 - Espessura Mínima das Chapas do Tanque (mm)**

Paredes laterais	Tampa e fundo	Radiadores tipo tubo	Radiadores tipo aleta
6,35	9,35	1,90	2,28

Nota: As espessuras estão sujeitas às tolerâncias da norma ABNT NBR 6650.

**6.1.13.7** O tanque montado deve atender aos requisitos especificados na Tabela 8.

**Tabela 8 - Requisitos para Tanque**


Requisitos	Pressão	Duração (h)	Método
Estanqueidade e resistência à pressão	0,07 MPa	1	ABNT NBR 5356-1
Estanqueidade e resistência à pressão a quente	0,05 MPa	8	ABNT NBR 5356-1
Resistencia a vácuo	268 Pa (2 mm Hg)	4	ABNT NBR 5356-1

### 6.1.14 Tampa

**6.1.14.1** A tampa deve ser fixada ao tanque por meio de parafusos, provida de guarnição apropriada de modo a garantir uma perfeita vedação do gás inerte, além de garantir também ao transformador um grau de proteção IP68 em conformidade com o estabelecido na norma ABNT NBR IEC 60529.

**6.1.14.2** Todas as aberturas existentes na tampa devem ser providas de ressaltos para evitar estagnação ou penetração de água e os deslocamentos das gaxetas.

**6.1.14.3** Deve ser previsto conexão elétrica, internamente ao tanque, através de cordoalha ou fita metálica, entre tampa e tanque, de modo a garantir aterramento integral do conjunto tampa x

	TÍTULO: <b>Transformadores para Redes Subterrâneas</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-210	
		REV.: 04	Nº PÁG.: 7/43
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 11/10/2024	

tanque, devendo o local ser identificado com o símbolo de aterramento (⏏), que deve ser pintado na cor preta, na tampa.

**6.1.14.4** Os seguintes dispositivos devem estar localizados na tampa:

- a) Válvula de alívio de pressão;
- b) Dispositivo de suspensão da tampa;
- c) Dispositivo para enchimento de gás.

#### **6.1.15** Radiadores

**6.1.15.1** As chapas dos radiadores devem estar de acordo com as normas ABNT NBR 5906, ABNT NBR 5915-1 e ou ABNT NBR 6658 e os tubos devem ser conforme norma ABNT NBR 5590.

**6.1.15.2** Os radiadores devem ser soldados diretamente no tanque, devendo a espessura de chapa para ambos os tipos (aletados ou tubos) atender as indicadas na Tabela 7.

#### **6.1.16** Base

**6.1.16.1** A base do transformador deve ser construída de maneira a possibilitar o seu deslocamento sobre rodas bidirecionais e possuir apoio para seu levantamento utilizando macacos.

**6.1.16.2** As rodas devem ser fornecidas juntamente com o transformador, já montadas, e devem ter resistência compatível com o peso transformador, sem apresentar qualquer tipo de desgaste ou deformação física durante a movimentação do transformador.

A base não deve ultrapassar as dimensões totais do transformador indicadas na Tabela 11.

#### **6.1.16.3** Dispositivos para Acoplamento

Para os transformadores objetos dessa norma não está previsto o fornecimento de dispositivos para acoplamento de protetor de rede e de chave interruptora.


#### **6.1.17** Terminais de Ligação

##### **6.1.17.1** Buchas Primárias

**6.1.17.1.1** As buchas primárias devem ser tipo plug in, deadbreak, de inserção, e devem estar localizadas na lateral do tanque e satisfazer as seguintes características indicadas na Tabela 9.

**6.1.17.1.2** A fixação das buchas primárias deve ser feita com a utilização de flanges metálicas de aço inox, não magnético, com espaçamento entre elas conforme Figura 2 do Anexo I.

**6.1.17.1.3** Caixa de proteção das buchas: deverá ser prevista uma caixa de proteção contra intempéries para as buchas primárias e desconectáveis. A caixa de proteção deve ser soldada na lateral do tanque e também ter uma suportabilidade mecânica mínima de 100 kg de esforço, sem apresentar deformação, face poder vir a ser utilizada como apoio físico para o operador em caso de ligação/manutenção do transformador. Vide indicação da caixa nas Figuras 2 e 4 do Anexo I.

	TÍTULO: <b>Transformadores para Redes Subterrâneas</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-210	
		REV.: 04	Nº PÁG.: 8/43
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 11/10/2024	

**Tabela 9 - Características das Buchas Primárias**

Tensão nominal do transformador (kV)	Tensão de isolamento das buchas (kV)	Corrente nominal das buchas	Tipo de Interface	Padrão
13,8	24	250	A	IEC
13,8	25	200	A	ANSI

Nota: As buchas devem ser fornecidas com adaptadores, do tipo “deadbreak”.

### 6.1.17.2 Buchas Secundárias de Fases e Terminal de Neutro

**6.1.17.2.1** As buchas secundárias de fases devem estar atender aos padrões indicados na norma ABNT NBR 16856, inclusive tipo de terminais, que devem ser do tipo barra chata, furação padrão NEMA e com dimensões adequadas aos níveis de corrente indicados na Tabela 10, previstos com até 30% de sobrecarga. O espaçamento entre as mesmas deve ser de no mínimo 165 mm quando utilizado terminal de neutro soldado ao tanque (Neoenergia Coelba) e de 130 mm quando utilizado terminal de neutro similar as buchas de fases (Neoenergia Brasília).

**Tabela 10 - Corrente Nominal das Buchas Secundárias (A)**

Potência Nominal (kVA)	Secundário 220/127 (V)	Secundário 400/231 (V)
500	1875	1875
1000	3500	1875

Nota: as barras terminais das buchas, padrão NEMA 4 furos poderão ser montadas na posição longitudinal da bucha, no mesmo alinhamento do eixo da bucha ou na posição a 90° em relação ao eixo da bucha, no sentido vertical voltado para cima (sentido da tampa do tanque).

### 6.1.17.2.2 Terminal de neutro

**a)** Para os transformadores com tensão secundária de 220/127 V (Neoenergia Coelba), o terminal de neutro deve ser soldado diretamente ao tanque, na face do tanque de maior dimensão e na mesma altura e proximidade das buchas secundárias, conforme Figura 4 do Anexo I. Deve ter a mesma furação dos terminais das buchas secundárias de fases. O modelo de terminal soldado ao tanque está indicado na Figura 15 do Anexo I.


- Nesse caso, o condutor de neutro do enrolamento de tensão secundária deve ser ligado a uma barra de material condutor, em aço inoxidável ou cobre eletrolítico, soldada na face interna da parede do transformador.
- Externamente, o terminal de neutro, cobre eletrolítico deve ser soldado na mesma parede em posição simétrica à barra interna.

**b)** Para os transformadores com tensão secundária 400/231 V (Neoenergia Brasília), o terminal de neutro deve ser isolado com bucha e ter a mesma configuração das demais buchas secundárias, inclusive com respeito ao padrão de montagem, conforme Figura 4 do Anexo I.

### 6.1.17.3 Terminais de Aterramento

**6.1.17.3.1** Devem ser previstos dois pontos de aterramento no corpo do transformador, conforme indicados a seguir Figura 3 do Anexo I:



	TÍTULO: <b>Transformadores para Redes Subterrâneas</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-210	
		REV.: 04	Nº PÁG.: 9/43
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 11/10/2024	

**a)** Um localizado na parte inferior do tanque, em uma das paredes de maior dimensão, do lado da tensão primária, provido de conector terminal de pressão, tipo cabo-barra, em liga de cobre estanhado, para condutores de 120 mm<sup>2</sup>. O modelo do terminal deve ser conforme detalhe na Figura 3 do Anexo I.

**b)** O outro deve estar localizado na parte superior do tanque, na parede de menor dimensão, lado de AT e abaixo da bucha central, para fazer as conexões de aterramento dos terminais desconectáveis ao tanque do transformador, devendo ser do tipo terminal de pressão cabo-barra, em liga de cobre estanhado, para condutores de até 70 mm<sup>2</sup> (acomodação de 3 cabos de 16 mm<sup>2</sup> e 3 cabos de 2,5 mm<sup>2</sup>).

**6.1.17.3.2** Os pontos de fixação desses terminais de aterramento estão indicados na Figura 4 do Anexo I.

#### **6.1.18 Núcleo**

**6.1.18.1** O núcleo deve ser construído de chapas de aço silício de grão orientado, conforme a norma IEC 60404-8-7.

**6.1.18.2** As lâminas devem ser presas por uma estrutura apropriada que sirva como meio de centrar e firmar o conjunto núcleo-bobina ao tanque, de tal modo que esse conjunto não tenha movimento em quaisquer direções. Essa estrutura deve propiciar a retirada do conjunto do tanque.

**6.1.18.3** O núcleo deve ser aterrado através de um único ponto à massa do transformador.

**6.1.18.4** Quando aplicável, os tirantes que atravessam as lâminas do núcleo devem ser isoladas destas lâminas.

**6.1.18.5** Todas as porcas dos parafusos utilizados na construção do núcleo devem estar providos de travamento mecânico ou químico a fim de evitar perda de força de aperto.


#### **6.1.19 Materiais Isolantes**

**6.1.19.1** Os materiais isolantes do transformador devem ser de classe térmica mínima de 105°C, conforme norma ABNT NBR IEC 60085, exceto o fio esmaltado, caso aplicado, que deve ser de classe térmica mínima de 180°C.

**6.1.19.2** O óleo isolante, deve ser do tipo vegetal e, antes do contato com o equipamento, deve atender integralmente a norma ABNT NBR 15422 o aos seguintes requisitos adicionais:

- a)** Ensaio de estabilidade a oxidação conforme método “C” da norma IEC 61125;
- b)** Resultados de estudos de envelhecimento acelerado através de tubos selados e método de teste Lockie (conforme norma IEEE Std C57.100) e ter publicado seus fatores de carregamento A e B da equação de Arrhenius para envelhecimento do papel isolante.

**6.1.19.3** O líquido isolante deve ser isento de Bifenilas Policloradas (PCB), comprovado através de apresentação de laudo técnico obtido a partir de resultado de ensaio de determinação do teor de PCB, conforme método quantitativo prescrito na norma ABNT NBR 13882, devendo ser realizado em laboratório acreditado pelo Inmetro conforme norma ABNT NBR ISO/IEC 17025.

	TÍTULO: <b>Transformadores para Redes Subterrâneas</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-210	
		REV.: 04	Nº PÁG.: 10/43
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 11/10/2024	

**6.1.19.4** O líquido isolante, após contato com o equipamento, deve possuir características conforme as normas ABNT NBR 10576 e ABNT NBR 16518.

#### **6.1.20** Gás Inerte

O transformador deve ser fornecido com gás nitrogênio, com as características abaixo descritas, e em conformidade com o item 4.1.2 da norma ABNT NBR 5356-9, com uma pressão de 0,2 Mpa.

- a) Pureza mínima de 99,7%;
- b) Ponto de orvalho mínimo de -50°C;
- c) Umidade máxima de 10 ppm de água por volume de gás.

#### **6.1.21** Dispositivo de Enchimento de Gás

Deve ser previsto dispositivo para enchimento de gás, localizado na tampa do transformador e com características indicadas na Figura 7 do Anexo I.

#### **6.1.22** Válvula para Ligação do Filtro Prensa e Drenagem

O transformador deve ser provido de válvula para ligação filtro prensa para drenagem e amostragem do líquido isolante. Devem ser previstas uma na parte superior e outra na parte inferior do tanque, conforme desenho da Figura 10 do Anexo I.


#### **6.1.23** Dispositivo de Comutação sem Tensão

Os transformadores deverão ser fornecidos com dispositivo para mudanças de derivação com comando rotativo tipo régua, com as seguintes características:

- a) Contatos dispostos horizontalmente;
- b) Mudança simultânea de fases;
- c) Operação sem tensão;
- d) Comando externo;
- e) Comutador deve permitir o seu travamento em qualquer uma das posições sendo estas identificáveis com marcação em baixo relevo e pintadas com tinta indelével visível, de acordo com o diagrama de ligações da placa;
- f) Atender grau de proteção IP68 conforme norma ABNT NBR IEC 60529.
- g) O mecanismo de acionamento deve ser instalado na tampa do tanque, conforme Figura 4 do Anexo I.

#### **6.1.24** Dimensões

As dimensões e massas admissíveis do transformador com líquido isolante, devem estar conforme a Tabela 11 e Figura 4 do Anexo I, admitindo uma tolerância de até +100 mm nas dimensões indicadas.

	TÍTULO: <b>Transformadores para Redes Subterrâneas</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-210	
		REV.: 04	Nº PÁG.: 11/43
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 11/10/2024	

**Tabela 11 – Dimensões e Pesos Máximos**

Tensão máxima do equipamento (kV)	Potência (kVA)	Dimensões Máximas (mm)					Massa (kg) Máximo
		A	B	C	D	E	
15	500	1440	1000	1740	1200	1300	2370
	1 000	1600	1150	2120	1200	1300	4000

### 6.1.25 Acabamento e Pintura

#### 6.1.25.1 Acabamento

Deverá ser previsto arredondamento nas bordas metálicas do tanque, tampa, suportes para içamento da tampa e do transformador e suporte da placa de identificação, de modo a evitar perda de aderência de tinta de acabamento nesses pontos.

#### 6.1.25.2 Pintura

Após a fabricação do tanque as impurezas devem ser removidas por processo químico ou jateamento abrasivo ao metal quase branco, padrão visual conforme Sa 2 1/2 da norma BS EN ISO-8501-1.

Todas as superfícies de aço carbono, internas e externas, devem ser limpas por aplicação de jateamento abrasivo seco ou processo equivalente até o metal quase branco, conforme norma BS EN ISO 8501-1, padrão visual igual ou superior a Sa 2,5. Nos locais onde este tratamento não puder ser aplicado, a limpeza de superfície deve ser feita por decapagem química e fosfatização, segundo norma SSPC-SP 8.


O abrasivo para o processo de jateamento deve se apresentar seco, livre de contaminações (produtos de oxidação, pó, etc.) e com granulometria adequada para conferir à superfície o perfil de rugosidade desejado.

O perfil de rugosidade deve estar compreendido entre 1/4 e 1/3 da espessura total do esquema de pintura. O perfil deverá ser medido de acordo com a norma ASTM D 4417 (Método B).

As superfícies preparadas devem receber a primeira demão de tinta de fundo no menor prazo de tempo possível, nunca superior a duas horas, a fim de se preservar o grau de limpeza e evitar contaminação delas.

Devem ser seguidos ainda os seguintes procedimentos de pré-tratamento da superfície para aplicação da pintura:

- a) Limpar a superfície com ar comprimido isento de água e de óleo;
- b) Inspeção da superfície a ser pintada, antes da aplicação da tinta de fundo, quanto à presença de corrosão, graxa, umidade e outros materiais estranhos. Se for constatada a presença de óleo ou graxa, limpar a superfície com xilol;
- c) Pintura de toda a superfície preparada, com a tinta de fundo, na mesma jornada;
- d) Aplicação de uma camada de tinta, antes de cada demão normal, em regiões de solda, frestas e outras de difícil acesso;
- e) Espera do tempo de repintagem, recomendado pelo fabricante da tinta ou, na ausência desta informação, espera de um tempo mínimo de 12 horas e máximo de 24 horas. No caso de

	TÍTULO: <b>Transformadores para Redes Subterrâneas</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-210	
		REV.: 04	Nº PÁG.: 12/43
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 11/10/2024	

ultrapassagem do tempo máximo de repintagem, lixar a camada de tinta existente antes da aplicação da demão seguinte;

- f) Vedação das eventuais frestas existentes com massa flexível a base de poliuretano;
- g) Não aplicação de tinta se a temperatura ambiente for inferior a 5°C ou superior a 50°C; Não aplicação de tinta em tempo de chuva, nevoeiro ou quando a umidade do ar for superior a 85%.

#### - Pintura Interna

Após todo o processo de preparação do tanque, as superfícies internas dos tanques devem receber uma demão de tinta epoxi de poliamina na cor branca, notação Munsell N-9,5, com espessura seca total mínima de 60 µm.

#### - Pintura Externa

A superfície deve ser preparada, conforme indicada acima. A espessura mínima final da película seca deve ser de 220 µm. O processo de pintura deve ser, conforme indicado a seguir:

- a) Uma demão de epóxi, rico em zinco, com espessura mínima final da película seca de 80 µm;
- b) Uma demão intermediária de epóxi óxido de ferro micáceo, espessura mínima da película seca de 60 µm;
- c) Uma demão de acabamento, poliuretano acrílico alifático com espessura mínima da película seca de 80 µm, na cor verde (ref.: Petrobrás: verde pastel 3582), padrão Munsell 5 G 8/4, para transformador com óleo isolante vegetal.

#### Notas:

1. O fornecedor pode apresentar, alternativamente, outro processo de pintura mediante consulta e sujeita à aprovação da Distribuidora, porém esse processo apresentado deve prever garantia mínima de cinco anos contra corrosão em ambiente com nível de poluição muito pesado, de acordo com a norma ABNT IEC/TS 60815. Para isso, deve também detalhar na Proposta os materiais utilizados, processos, ensaios, normas e tempo de garantia.
2. O esquema de pintura externa proposto deverá ser comprovado através de relatórios e atender aos ensaios prescritos no Anexo II dessa especificação.

### 6.1.26 Marcações


#### 6.1.26.1 Terminais

A marcação externa dos terminais de tensão primária e secundária deve estar de acordo com a disposição e localização da Figura 4 do Anexo I.

A marcação deve ser feita em tinta na cor preta, notação Munsell N1, e com os caracteres possuindo altura mínima de 30 mm, e imediatamente acima dos terminais.

#### 6.1.26.2 Número de Série

O número de série do fabricante deve ser gravado em baixo relevo nas seguintes partes do transformador:

	TÍTULO: <b>Transformadores para Redes Subterrâneas</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-210	
		REV.: 04	Nº PÁG.: 13/43
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 11/10/2024	

- a) No tanque, logo acima da placa de identificação;
- b) Em uma das ferragens da parte ativa, preferencialmente na ferragem superior de fechamento do núcleo;
- c) Na tampa do transformador.

#### 6.1.26.3 Identificação do Material do Enrolamento

Os transformadores fornecidos com enrolamento em alumínio devem ser identificados, no seu corpo, com o símbolo AL em um círculo pintado na cor azul, mais a palavra ALUMÍNIO, logo abaixo do círculo, conforme mostrado na Figura 5 do Anexo I.

#### 6.1.26.4 Código do Material

Deverá ser pintado na tampa do transformador, o código do material, na cor preta (notação Munsell N1), com dígitos com altura mínima de 30 mm.

#### 6.1.26.5 Número de Patrimônio/tombamento

O número de patrimônio/tombamento deve ser pintado em tinta de cor preta (notação Munsell N1) para as distribuidoras Neoenergia Coelba e Neoenergia Brasília, em local que permita sua visibilidade.

#### 6.1.26.6 Identificação da Distribuidora

O nome da distribuidora deverá ser pintado no tanque, preferencialmente abaixo dos radiadores, na parte frontal, na cor preta, notação Munsell N1, com dígitos com dimensões mínimas de 50 mm. todas as marcações citadas estão indicadas conforme Figura 4 do Anexo I.

### 6.2 Dispositivos de Controle e Proteção


Os transformadores deverão ser fornecidos com os seguintes dispositivos de controle e proteção, sendo que todos devem atender ao grau de proteção IP68 conforme norma ABNT NBR IEC 60529.

#### 6.2.1 Indicador de Nível de Líquido Isolante

O indicador deve ser colocado, sempre que possível no lado de média tensão. Deve ter referência para os níveis de óleo mínimo, máximo e a 25 °C, quando utilizado indicador magnético. Deve ser previsto também a utilização do indicador do tipo visor, os níveis de óleo mínimo e a 25 °C devem ser indicados. O nível do óleo isolante, na temperatura de 25°C deve estar, no mínimo, 50 mm acima do nível das partes vivas. Vide Figura 6 e Figura 8 do Anexo I. Sua localização deve ser conforme Figura 4 do Anexo I.

#### 6.2.2 Manovacuômetro

Cada transformador deve ser provido de um manovacuômetro, com ponteiro de arraste colocado em posição que permita fácil leitura da pressão do gás inerte com o transformador em serviço, conforme modelo e características indicadas na Figura 9 do Anexo I.

	TÍTULO: <b>Transformadores para Redes Subterrâneas</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-210	
		REV.: 04	Nº PÁG.: 14/43
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 11/10/2024	

## 6.2.3 Dispositivo de Alívio de Pressão

**6.2.3.1** O dispositivo deve ser padronizado conforme ABNT NBR 16367-2, utilizando a DN125-6. O conjunto deve ficar localizado na tampa do transformador, conforme Figura 14 do Anexo I. O dispositivo deve possuir contatos de trip para indicar sua operação, conforme indicado na Figura 14 do Anexo I.

**6.2.3.2** O dispositivo deve operar à pressão positiva de 0,07 Mpa (0,7 kgf/cm<sup>2</sup>), com indicador visual de operação na cor vermelha, que fique retido na posição “atuado” até o seu retorno manual. O indicador não deve interferir nas eventuais atuações subsequentes do dispositivo de alívio de pressão.

**6.2.3.3** O dispositivo deve permitir o deslocamento do duto de descarga sem prejuízo à pressurização do equipamento.

## 6.2.4 Termômetro Tipo Mostrador para Líquido Isolante

**6.2.4.1** O transformador deve ser provido de um termômetro tipo mostrador, graduado de 0° C a 150° C que possua a indicação de temperatura máxima com recurso externo para retorno, podendo possuir, ainda, um contato ajustável para alarme, conforme Figura 11 do Anexo I.

**6.2.4.2** Deve ser localizado na parede lateral de maior dimensão do tanque e indicar a temperatura próxima à superfície do líquido isolante, conforme Figura 4 do Anexo I.

**6.2.4.3** Quando instalado na parede lateral, deve ser previsto o dispositivo na face oposta para alteração da posição de instalação do termômetro (preferencialmente) ou ainda a instalação do termômetro na duas faces.

## 6.2.5 Sensor de Temperatura Tipo PT100

**6.2.5.1** O transformador deverá ser fornecido com sensor de temperatura tipo PT100, localizado na tampa, modelo conforme Figura 12 do Anexo I e localização conforme Figura 4 do Anexo I.


**6.2.5.2** Deve ser do tipo encapsulado em resina, num invólucro de alumínio estampado, com pintura epoxi, além de estar acoplado ao cabeçote de alumínio à prova de tempo, conforme Figura 12 do Anexo I.

## 6.2.6 Caixa de Controle e Fiação

**6.2.6.1** A caixa de controle deve ser metálica, projetada e construída para instalação ao tempo, com grau de proteção IP68 conforme norma ABNT NBR 60529. Deve conter basicamente os blocos de terminais necessários às conexões externas dos cabos de comando e controle.

**6.2.6.2** A caixa de controle deve ser instalada na parte superior dos radiadores, no lado da baixa tensão, devendo ser montada sobre suportes apropriados, providos de borracha anti-vibratória, evitando a transmissão de vibrações do transformador para a caixa de controle.



	TÍTULO: <b>Transformadores para Redes Subterrâneas</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-210	
		REV.: 04	Nº PÁG.: 15/43
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 11/10/2024	

**6.2.6.3** A porta da caixa deve ser provida de trinco de segurança, contendo em sua parte interna a placa diagramática dos equipamentos auxiliares e sua abertura deve ser voltada para a face de maior dimensão, para facilidade de acesso, conforme Figura 10 do Anexo I.

**6.2.6.4** A base da caixa de controle deve conter, 2 tostões removíveis (pré-cortes) de diâmetro de 19 mm, que permitam a execução dos furos para a instalação de eletrodutos para saída dos cabos de comando e controle, no local onde os transformadores estão instalados.

**6.2.6.5** O fabricante deverá entregar o painel completo, com toda a fiação de controle e proteção, com bitola mínima de 1,5 mm<sup>2</sup> - 750 V, do tipo chama não propagante, instalado em eletroduto de aço flexível recoberto com PVC e suportado por meio de abraçadeiras. Nenhuma emenda será permitida nos cabos em toda a sua extensão.

**6.2.6.6** Todos os condutores devem ter em suas extremidades as respectivas identificações, em conformidade com o diagrama de fiação fornecido pelo fabricante.

**6.2.6.7** Todas as conexões devem ser feitas com terminais tipo pino, fixados aos bornes dos aparelhos e régua terminais, por meio de parafusos.

**6.2.6.8** Os blocos que compõem as régua terminais devem ser do tipo moldado, com barreiras entre bornes adjacentes, ser de alta qualidade e resistentes a impactos. Devem ainda garantir boa fixação dos terminais, mesmo quando sujeitos a vibrações e apresentar identificação visível.


**6.2.6.9** As régua terminais devem ter isolamento mínimo de classe 600 V, tendo um mínimo de 20% de bornes de reserva para cada tipo de borne utilizado.

**6.2.6.10** Deve ser previsto, na lateral ou no fundo da caixa de controle, um terminal de terra para o seu aterramento.

### 6.3 Identificação

O transformador deve ser provido de uma placa de identificação, conforme modelo orientativo da Figura 13 do Anexo I, em aço inoxidável, espessura mínima de 1 mm, fixada em posição visível, caracteres com altura mínima de 2 mm e contendo, no mínimo, as informações abaixo e localizada na lateral de AT ou na face frontal de maior dimensão, nesse caso, fixada na parte frontal dos radiadores.

- a) Identificação do fabricante (Nome e local de fabricação);
- b) Número de série de fabricação;
- c) Mês e ano de fabricação;
- d) Potência em quilovolts-ampère (kVA);
- e) Impedância de curto-circuito, em porcentagem com temperatura de referência;
- f) Tipo e marca do líquido isolante;
- g) Tensões e correntes nominais de alta-tensão;
- h) Tensão e corrente nominal de baixa-tensão;
- i) Frequência nominal;
- j) Diagrama de ligação dos enrolamentos;
- k) Diagrama fasorial (Exemplo: Dyn1);
- l) Volume total do líquido isolante do transformador, expresso em litros (L);
- m) Massas do transformador, expressas em quilogramas (kg);
- n) Elevação de temperatura óleo/enrolamento;

	TÍTULO: <b>Transformadores para Redes Subterrâneas</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-210	
		REV.: 04	Nº PÁG.: 16/43
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 11/10/2024	

- o)** Material dos enrolamentos AT/BT (Exemplo: Al/Cu);
- p)** Símbolo do diagrama de ligação da alta-tensão (Exemplo:  $\Delta$ );
- q)** Símbolo do diagrama de ligação da baixa tensão (Exemplo: Y);
- r)** Campo livre para inserção de código QR ou código de barras;
- s)** Tensões suportáveis BT/AT (NBI/Frequência Industrial);
- t)** Constar informação “Produto isento de PCB”;
- u)** Tipo de refrigeração (ONAN);
- v)** Norma de referência;
- w)** Derivações;
- x)** Número do contrato ou pedido de compra;
- y)** Número de patrimônio;
- z)** Campo para inserção da garantia (3 anos);
- aa)** Categoria de perdas (classe C)

#### 6.4 Ensaios

Os transformadores abrangidos por esta especificação devem atender aos requisitos de ensaios prescritos na norma ABNT NBR 5356 partes 1 a 5.

##### 6.4.1 Condições gerais para execução de ensaios de rotina, tipo e especiais

Os transformadores devem ser submetidos aos ensaios descritos nos itens a seguir.


- a)** Os ensaios devem ser realizados à temperatura ambiente entre 10 °C e 40 °C, devendo ser referenciados a temperatura de referência informada na Tabela 3 conforme sua classe térmica.
- b)** Os ensaios de rotina devem ser realizados no laboratório do fabricante. Os ensaios de tipo e especiais podem ser realizados no laboratório do fabricante, ou em laboratório contratado caso não haja capacidade de ensaio no laboratório do fabricante, salvo acordo diferente entre comprador e fabricante.
- c)** Todos os componentes externos e acessórios que influenciem no funcionamento do transformador devem estar instalados durante os ensaios.
- d)** Os enrolamentos com derivação devem estar conectados à sua derivação principal, a menos que seja especificado de outra forma em norma específica para o ensaio ou por acordo entre o fabricante e comprador.
- e)** Ensaios de rotina devem ser realizados em todas as unidades.
- f)** A realização de ensaios de tipo e especiais devem ser acordados entre fabricante e comprador no contrato de fornecimento.

##### 6.4.2 Ensaios de Rotina

Os ensaios de rotina são os seguintes:

- a)** Medição de resistência dos enrolamentos conforme a norma ABNT NBR 5356-1;
- b)** Medição da relação de transformação, polaridade, verificação do deslocamento angular e sequência de fase, conforme a norma ABNT NBR 5356-1;
- c)** Medição da impedância de curto-circuito e perdas em carga, conforme a norma ABNT NBR 5356-1;
- d)** Medição das perdas em vazio e corrente de excitação, conforme a norma ABNT NBR 5356-1;
- e)** ensaio dielétrico, tensão suportável a frequência industrial e tensão induzida de curta duração, conforme a norma ABNT NBR 5356-3;
- f)** Medição da resistência de isolamento, conforme a norma ABNT NBR 5356-1;



	TÍTULO: <b>Transformadores para Redes Subterrâneas</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-210	
		REV.: 04	Nº PÁG.: 17/43
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 11/10/2024	

- g)** Ensaio de estanqueidade e resistência a pressão, conforme Tabela 8;
- h)** Ensaio de estanqueidade e resistência a pressão a quente, conforme Tabela 8;
- i)** Ensaio de resistência a vácuo, conforme Tabela 8;
- j)** Verificação de funcionamento dos acessórios, conforme a norma ABNT NBR 5356-1;
- k)** Verificação da pintura externa do transformador;
- l)** Determinação de espessura conforme o Anexo II, item 9;
- m)** Ensaio de aderência conforme o Anexo II, item 4;
- n)** ensaios de espessura de galvanização, quando aplicável, conforme norma ABNT NBR 7399;
- o)** Identificação da classe térmica do fio esmaltado, conforme Tabela 3.

#### 6.4.3 Ensaio de Tipo


Os ensaios de tipo são os seguintes:

- a)** Ensaio de elevação de temperatura conforme a norma ABNT NBR 5356-2;
- b)** Ensaio de suportabilidade de impulso atmosférico conforme a Tabela 1. Procedimento de ensaio conforme a norma ABNT NBR 5356-4;
- c)** Ensaio de líquido isolante, conforme as normas ABNT NBR 16518 e ABNT NBR 10576:
  - Rigidez dielétrica;
  - Teor de água;
  - Fator de dissipação ou fator de perdas dielétricas;
  - Índice de neutralização;
  - Viscosidade;
  - Teor de pcb.
- d)** ensaios de pintura:
  - Névoa salina, conforme Anexo II item 1;
  - Umidade, conforme Anexo II item 2;
  - Impermeabilidade, conforma Anexo II item 3;
  - Resistência ao líquido isolante, conforme Anexo II item 6;
  - Resistência atmosférica úmida saturada na presença de SO<sub>2</sub>, Conforme Anexo II item 7.
- e)** Ensaio da galvanização:
  - Aderência, conforme normas ABNT NBR 7398 ou ASTM B571;
  - Espessura, conforme normas ABNT NBR 7399 ou ASTM E376;
  - Uniformidade, conforme normas ABNT NBR 7400 ou ASTM A239.

#### 6.4.4 Ensaio especiais

Os ensaios especiais são os seguintes:

- a)** Medição da impedância de sequência zero em transformadores trifásicos conforme a norma ABNT NBR 5356-1;
- b)** Ensaio de suportabilidade a curto-circuito, conforme a norma ABNT NBR 5356-5;
- c)** Determinação do nível de ruído, conforme 6.1.11 ;
- d)** Medição de harmônicas da corrente de excitação, conforme a norma ABNT NBR 5356-1;
- e)** Medição das capacitâncias entre enrolamentos e massa e entre os enrolamentos, conforme a norma ABNT NBR 5356-1;
- f)** Medição do fator de dissipação (tgδ) da isolação (medição do fator de potência do isolamento), conforme a norma ABNT NBR 5356-1;
- g)** Medição do nível de tensão de rádio interferência, conforme 6.1.10 ;

	<b>TÍTULO:</b> <b>Transformadores para Redes Subterrâneas</b>	<b>CÓDIGO:</b> DIS-ETE-210	
		<b>REV.:</b> 04	<b>Nº PÁG.:</b> 18/43
<b>APROVADOR:</b> RICARDO PRADO PINA		<b>DATA DE APROVAÇÃO:</b> 11/10/2024	

- h)** Medição de descargas parciais, conforme a norma ABNT NBR 5356-3:2007, itens 12, 12.1, 12.2 e 12.2.1;
- i)** Ensaio para determinar o ponto de combustão para óleo vegetal, conforme a norma ABNT NBR 11341;
- j)** Ensaio de análise de gases dissolvidos conforme a norma ABNT NBR 7070.

#### **6.4.5 Ensaio de recebimento**

**6.4.5.1** São os ensaios realizados por ocasião da entrega de cada lote, nas instalações do fabricante ou em laboratório oficial, na presença de inspetor da distribuidora (próprio ou contratado).

**6.4.5.2** Os ensaios de recebimento contemplam os ensaios de rotina constantes do item 6.4.2, realizados em todas as peças do lote, acrescidos dos seguintes adicionais (ensaios de tipo e especiais), cujos custos de realização devem estar contemplados no preço do equipamento:

- a)** Ensaio de elevação de temperatura, sendo realizado em 1 unidade representativa do lote, por tipo de material;
- b)** Ensaio de impulso atmosférico, realizado em todas as unidades do lote;
- c)** Ensaio do óleo isolante, realizado em 1 unidade a cada 3 peças do lote; antes e após dielétricos, sendo uma delas retirada da amostra do ensaio de aquecimento;
- d)** Ensaio de medição de impedância de sequência zero, em 1 unidade representativa do lote, por tipo de material;
- e)** Ensaio de medição do fator de dissipação ( $\text{tg}\delta$ ) da isolação (medição do fator de potência do isolamento), em 1 unidade representativa do lote, por tipo de material;
- f)** Ensaio de análise de gases dissolvidos (cromatografia gasosa) antes e após ensaios dielétricos, nas mesmas amostras retiradas para ensaios do óleo isolante.

**6.4.5.3** Em caso de reprova de qualquer unidade nos ensaios adicionais (tipo e especiais) realizados como recebimento, o mesmo deve ser repetido em uma amostra duplicada, sem que haja nenhuma nova ocorrência.


**6.4.5.4** Essa condição não se aplica no caso do ensaio de impulso atmosférico, já que é realizado em todo o lote. Entretanto, caso haja falha em mais de 1 unidade, de mesmo tipo, todo o lote será rejeitado.

**6.4.5.5** Caso ocorra alguma rejeição, seja ela de caráter individual ou de todo o lote, o fabricante deve fazer uma avaliação do problema ocorrido, emitindo um relatório com indicação da causa da falha e o procedimento adotado para sua correção para a(s) peça(s) e no seu processo, evitando novas ocorrências de mesma natureza, para nossa avaliação, antes do processo de reinspeção do material.

#### **6.4.6 Tolerâncias**

As tolerâncias indicadas na Tabela 5 são aplicáveis aos resultados obtidos nos ensaios a seguir:

- a)** Medição da relação de transformação, polaridade, verificação do deslocamento angular e sequência de fase, conforme a norma ABNT NBR 5356-1;
- b)** Medição da impedância de curto-circuito e perdas em carga, conforme a norma ABNT NBR 5356-1;

	TÍTULO: <b>Transformadores para Redes Subterrâneas</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-210	
		REV.: 04	Nº PÁG.: 19/43
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 11/10/2024	

c) Medição das perdas em vazio e corrente de excitação, conforme a norma ABNT NBR 5356-1.

#### 6.4.7 Relatórios de Ensaios

6.4.7.1 O fabricante deve fornecer, após a execução dos ensaios, relatórios (1 via em papel e 1 via em meio magnético) com, no mínimo, as seguintes informações:

- a) Nome do fabricante
- b) Nome da Distribuidora;
- c) Data e local dos ensaios;
- d) Número do pedido;
- e) Código do item;
- f) Número de série do equipamento;
- g) Ensaios realizados (nome do ensaio, método, referência normativa, valores encontrados, valores esperados/limites, resultado aprovado/reprovado).

6.4.7.2 Com relação às comprovações de isenção de bifenilas policloradas PCB's, "ascaréis", os relatórios de ensaios de recebimento do fabricante do transformador devem apresentar evidências de que no óleo isolante não foram detectados resíduos de PCB's, indicando as informações abaixo no relatório para cada transformador:


- a) Método do teste de detecção do PCB realizado pelo fornecedor do óleo (citar norma, exemplo: norma ABNT NBR 13882);
- b) Número do certificado do teste de PCB do fornecedor do óleo;
- c) Número do lote do óleo;
- d) Nome do fornecedor do óleo.

6.4.7.3 Além do solicitado acima o fabricante do transformador deverá anexar o certificado de origem do óleo, confirmando a inexistência de PCB, conforme norma ABNT NBR 13882.

#### 6.5 Exigências Adicionais

A seguir são descritas exigências adicionais relativas ao fornecimento de transformadores de distribuição, especificamente com relação a proposta técnica a ser apresentada nos processos de cotação, que devem ter, no mínimo, as informações a seguir, sob pena de sua desclassificação técnica. Na parte técnica da Proposta devem obrigatoriamente ser apresentadas, no mínimo, as informações a seguir relacionadas, sob pena de desclassificação:

- a) Características técnicas garantidas do equipamento ofertado, conforme modelo do Anexo III. Salienta-se que os dados da referida lista são indispensáveis ao julgamento técnico da oferta e devem ser apresentados, independentemente de constarem dos catálogos ou folhetos técnicos anexados a Proposta;
- b) Declaração de Exceção às Especificações, de acordo com as Condições Técnicas de Contratação. Caso não seja anexada, entendemos que essa norma esteja sendo cumprida em sua totalidade, inclusive prazo de garantia e relação de ensaios de recebimento;
- c) Informações sobre as condições para a realização dos ensaios de tipo e especiais referidos nesta norma, discriminando:

	TÍTULO: <b>Transformadores para Redes Subterrâneas</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-210	
		REV.: 04	Nº PÁG.: 20/43
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 11/10/2024	

- Relação dos ensaios que podem ser realizados em laboratórios do próprio Fabricante;
- Relação dos laboratórios onde devem ser realizados os demais ensaios;
- d)** Desenhos orientativos, contendo no mínimo, os seguintes itens: dimensional geral, com a localização de todos os acessórios e dispositivos de controle e proteção, inclusive a especificação técnica detalhada dos acessórios e dispositivos de controle e proteção;
- e)** Outras informações, tais como: catálogos, folhetos técnicos, relatórios de ensaios de tipo, lista de fornecimentos similares etc., considerados relevantes pelo Proponente para o julgamento técnico de sua oferta;
- f)** Prazo de garantia ofertado, devendo atender ao item 0 dessa norma.

## 6.6 Garantia

**6.6.1** O transformador, incluindo todos os seus componentes/acessórios, deve ser garantido contra defeitos fabricação ou na matéria prima por um período mínimo de três anos (36 meses), exceção feita para pintura e acabamento contra corrosão, sendo que para estes itens o prazo mínimo de garantia é de cinco anos (60 meses), a partir da data de entrega no local de destino.

**6.6.2** Todos os custos decorrentes da garantia, inclusive transporte, são de responsabilidade do fabricante. Custos adicionais poderão ser inclusos conforme acordo entre as partes.

### Notas:


1. A garantia contra defeitos provocados por deficiências ou falhas de projeto do equipamento, desde que devidamente comprovadas, deve prevalecer por tempo indeterminado;
2. O fornecedor não poderá entregar transformadores com data de fabricação superior a 3 meses de fabricação, a fim de não prejudicar o prazo de garantia, exceto no caso que fique comprovada que a defasagem superior a 3 meses entre a data de fabricação e a data da inspeção ou da remessa tenha sido decorrente de atraso em realizar a inspeção do material ou por prorrogação de sua data de entrega por parte exclusiva da distribuidora. Neste caso, o fornecedor deve emitir um documento onde conste a numeração de série e tombamento, informando o novo prazo de garantia dos referidos equipamentos, devendo atender, no mínimo 36 meses para o equipamento e 60 meses para a pintura.

**6.6.3** Em caso de substituição de peças que demandam para comprovação do serviço executado a necessidade de realização de ensaios, todos os custos envolvidos no processo, inclusive o do inspetor da distribuidora, devem ser assumidos pelo fabricante dentro do processo de garantia.

## 6.7 Desenhos

**6.7.1** Após ser contemplado com contrato de fornecimento, os seguintes desenhos devem ser enviados para análise e aprovação prévia por parte da distribuidora, atendendo aos prazos determinados nas Condições Gerais de Contratação:

- a)** Desenho do transformador, contendo suas dimensões externas, localização de todos os acessórios, dispositivos de controle e proteção indicados nessa norma, além da indicação de volume crítico e peso do equipamento, para avaliação de transporte. Para efeito de análise dimensional, as dimensões das rodas não serão consideradas na avaliação das dimensões "C", "D" e "E" indicadas conforme Figura 4 do Anexo I;
- b)** Desenho da placa de identificação, contendo todas as informações requeridas;

	TÍTULO: <b>Transformadores para Redes Subterrâneas</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-210	
		REV.: 04	Nº PÁG.: 21/43
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 11/10/2024	

- c)** Desenho do diagrama de ligação para os dispositivos de controle e proteção, contendo todas as informações necessárias para sua execução;
- d)** Desenho das buchas de tensão primária, secundária e neutro, constando todas as informações técnicas (características elétricas, mecânicas e tipo de terminal), dimensões, modelo, fabricante;
- e)** Desenho da caixa de controle, indicando o posicionamento interno de todos os componentes e dos tostões (pré-cortes) indicando suas posições e dimensões, detalhes do tipo de trava da porta e desenho da placa diagramática;
- f)** Desenhos terminais e dos conectores de aterramento;
- g)** Desenho de cada um dos acessórios e dispositivos de controle e proteção, com suas respectivas especificações técnicas.

**6.7.2** Todo o procedimento referente ao processo de análise de desenhos, bem com os prazos envolvidos nesse processo, está definido nas Condições Gerais de Contratação (CGC).

**6.7.3** Em caso de reprovação do equipamento na inspeção, pode ser necessária a reapresentação de novos desenhos para análise, caso para a correção da falha haja alteração no processo de fabricação que implique em alteração na documentação previamente aprovada. Nesse caso, esses novos desenhos devem analisados pela distribuidora, seguindo o processo de análise definido nas “CGC”, lembrando que essas correções não implicam na extensão do prazo contratual de fornecimento do transformador.


## 6.8 Expedição e Embalagem

**6.8.1** Os transformadores somente podem ser expedidos após autorização da Distribuidora, devendo estar com ligação na derivação de tensão primária mais alta, com óleo até o nível indicado, com todos os acessórios solicitados, prontos para operação. Deverá ser despachado com gás nitrogênio complementando o espaço entre óleo e tampa, compressão positiva.

**6.8.2** A embalagem deve proteger o transformador, evitando a ocorrência de danos físicos ao mesmo e aos acessórios nele instalados, desde a saída de fábrica até o depósito de destino. As partes susceptíveis a danos durante o transporte deverão ser protegidas por anteparos aparafusados, que caso sejam de aço, devem ter proteção por galvanização a fogo.

**6.8.3** Qualquer tipo de dano no transporte, seja de pequena ou grande avaria, identificado no recebimento, será de responsabilidade do fabricante, que deverá providenciar a sua correção e contratação de transporte para sua retirada.


**6.8.4** Caso o dano ocorrido indique a correção de parte do produto que necessita de novos ensaios para comprovar a eficiência da correção, estes novos ensaios devem ser realizados às expensas do fornecedor, inclusive os custos decorrentes do envio de inspetor por parte da distribuidora para acompanhamento desses ensaios.

	TÍTULO: <b>Transformadores para Redes Subterrâneas</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-210	
		REV.: 04	Nº PÁG.: 22/43
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 11/10/2024	


## 7 REFERÊNCIAS

IEEE Std C57.100	- IEEE Standard Test Procedure for Thermal Evaluation of Insulation Systems for Liquid-Immersed Distribution and Power Transformers
IEC 61125	- Insulating liquids - Test methods for oxidation stability - Test method for evaluating the oxidation stability of insulating liquids in the delivered state
IEC 60404-8-7	- Magnetic materials - Part 8-7: Specifications for individual materials - Cold-rolled grain-oriented electrical steel strip and sheet delivered in the fully-processed state
IEC 60404-8-7	- Magnetic materials - Part 8-7: Specifications for individual materials - Cold-rolled grain-oriented electrical steel strip and sheet delivered in the fully-processed state
CISPR 18-2	- Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment - Part 2: Methods of measurement and procedure for determining limits
BS EN ISO-8501-1	- Preparation of steel substrates before application of paints and related products. Visual assessment of surface cleanliness Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings
ASTM E376	- Standard Practice for Measuring Coating Thickness by Magnetic-Field or Eddy Current (Electromagnetic) Testing Methods
ASTM D 4417 (Método B)	- Standard Test Methods for Field Measurement of Surface Profile of Blast Cleaned Steel
ASTM B571	- Adhesion Metals Coating Test Equipment
ASTM A239	- Standard Practice for Locating the Thinnest Spot in a Zinc (Galvanized) Coating on Iron or Steel Articles
ABNT NBR ISO/IEC 17025	- Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração
ABNT NBR IEC 60529	- Graus de proteção providos por invólucros (Códigos IP)
ABNT NBR IEC 60085	- Isolação elétrica - Avaliação e designação térmicas
ABNT NBR 7400	- Galvanização de produtos de aço e ferro fundido por imersão a quente - Verificação da uniformidade do revestimento - Método de ensaio
ABNT NBR 7399	- Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo - Método de ensaio
ABNT NBR 7398	- Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da aderência do revestimento - Método de ensaio
ABNT NBR 7277	- Transformadores e reatores - Determinação do nível de ruído
ABNT NBR 7070	- Amostragem de gases e óleo mineral isolantes de equipamentos elétricos e análise dos gases livres e dissolvidos
ABNT NBR 6666	- Aços inoxidáveis planos - Propriedades mecânicas
ABNT NBR 6658	- Bobinas e chapas finas de aço-carbono para uso geral
ABNT NBR 6650	- Bobinas e chapas finas a quente de aço-carbono para uso estrutural — Especificação
ABNT NBR 6649	- Bobinas e chapas finas a frio de aço-carbono para uso estrutural — Especificação
ABNT NBR 6648	- Bobinas e chapas grossas de aço-carbono para uso estrutural — Especificação
ABNT NBR 5906	- Bobinas e chapas laminadas a quente de aço-carbono para estampagem - Especificação
ABNT NBR 5601	- Aços inoxidáveis — Classificação por composição química



	TÍTULO: <b>Transformadores para Redes Subterrâneas</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-210	
		REV.: 04	Nº PÁG.: 23/43
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 11/10/2024	

ABNT NBR 5590	- Tubos de aço-carbono com ou sem solda longitudinal, pretos ou galvanizados — Requisitos
ABNT NBR 5356-9	- Transformadores de potência - Parte 9: Recebimento, armazenagem, instalação e manutenção de transformadores e reatores de potência imersos em líquido isolante
ABNT NBR 5356-5	- Transformadores de potência - Parte 5: Capacidade de resistir a curtos-circuitos
ABNT NBR 5356-4	- Transformadores de potência - Parte 4: Guia para ensaio de impulso atmosférico e de manobra para transformadores e reatores
ABNT NBR 5356-3	- Transformadores de potência - Parte 3: Níveis de isolamento, ensaios dielétricos e espaçamentos externos em ar
ABNT NBR 5356-2	- Transformadores de potência - Parte 2: Aquecimento
ABNT NBR 5356-1	- Transformadores de Potência - Parte 1: Generalidades
ABNT NBR 16856	- Buchas para transformadores imersos em líquido isolante — Tensão nominal de 1,2 kV e correntes de 160 A até 8 000 A — Especificação
ABNT NBR 16518	- Óleo vegetal isolante para equipamentos elétricos - Diretrizes para supervisão e manutenção
ABNT NBR 16367-2	- Acessórios para transformadores e reatores de sistemas de potência imersos em líquido isolante - Parte 2: Dispositivo de alívio de pressão
ABNT NBR 15422	- Óleo vegetal isolante para equipamentos elétricos
ABNT NBR 13882	- Líquidos isolantes elétricos - Determinação do teor de bifenilas policloradas (PCB)
ABNT NBR 11889	- Bobinas e chapas grossas de aço-carbono e de aço de baixa liga e alta resistência — Requisitos
ABNT NBR 11888	- Bobinas e chapas finas a frio e a quente de açocarbono e de aço de alta resistência e baixa liga — Requisitos gerais
ABNT NBR 10576	- Óleo mineral isolante de equipamentos elétricos – Diretrizes para supervisão e manutenção.
ABNT IEC/TS 60815	- Seleção e dimensionamento de isoladores para alta-tensão para uso sob condições de poluição - Parte 1: Definições, informações e princípios gerais

	TÍTULO: <b>Transformadores para Redes Subterrâneas</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-210	
		REV.: 04	Nº PÁG.: 24/43
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 11/10/2024	

## 8 ANEXOS

### ANEXO I – FIGURAS

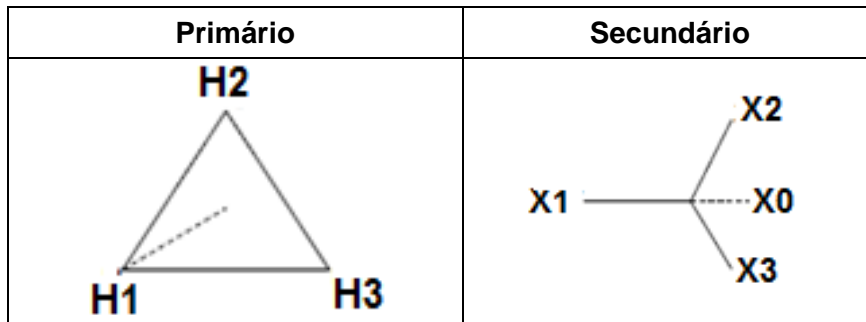


Figura 1 – Diagrama fasorial e deslocamento angular Dyn1

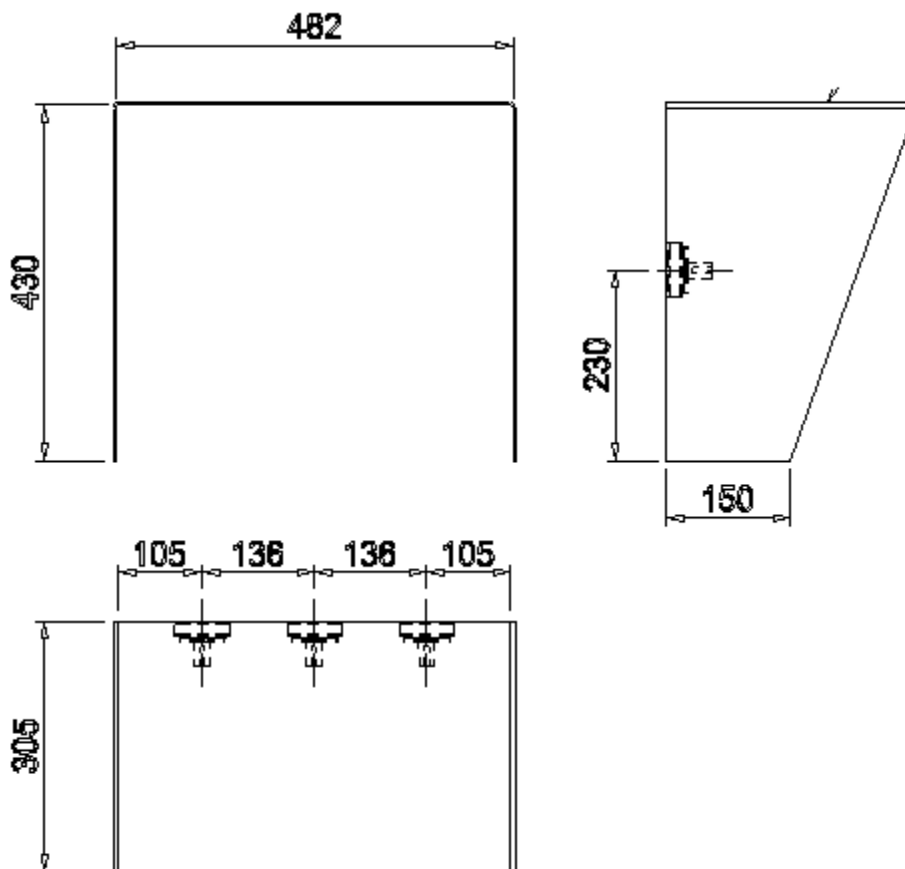
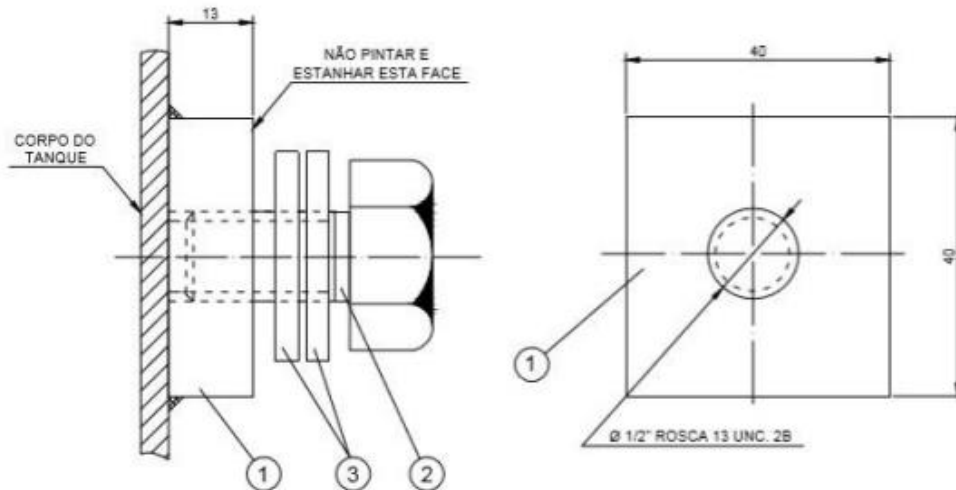
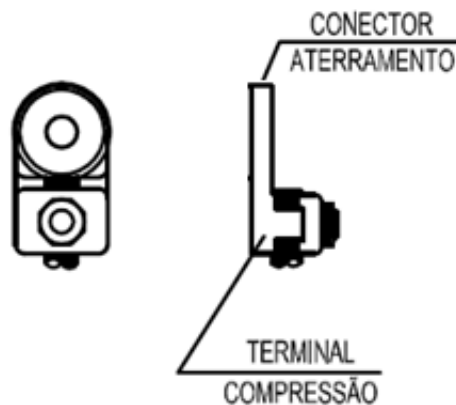


Figura 2 – Detalhe de fixação, espaçamento das buchas primárias e caixa de proteção



**ANEXO I - FIGURAS**


3	ARRUELA	2	AÇO INOX.	Ø 13 x 3mm
2	PARAFUSO CABEÇA SEXTAVADA	1	EVER DUR	Ø 13 x 25mm
1	BLOCO	1	AÇO INOX.	13 x 40 x 40mm
ITEM	DESCRIÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBSERVAÇÕES



Material do conector de aterramento: liga de cobre estanhado

Figura 3 – Terminal de aterramento e detalhe do conector de aterramento

**ANEXO I – FIGURAS**

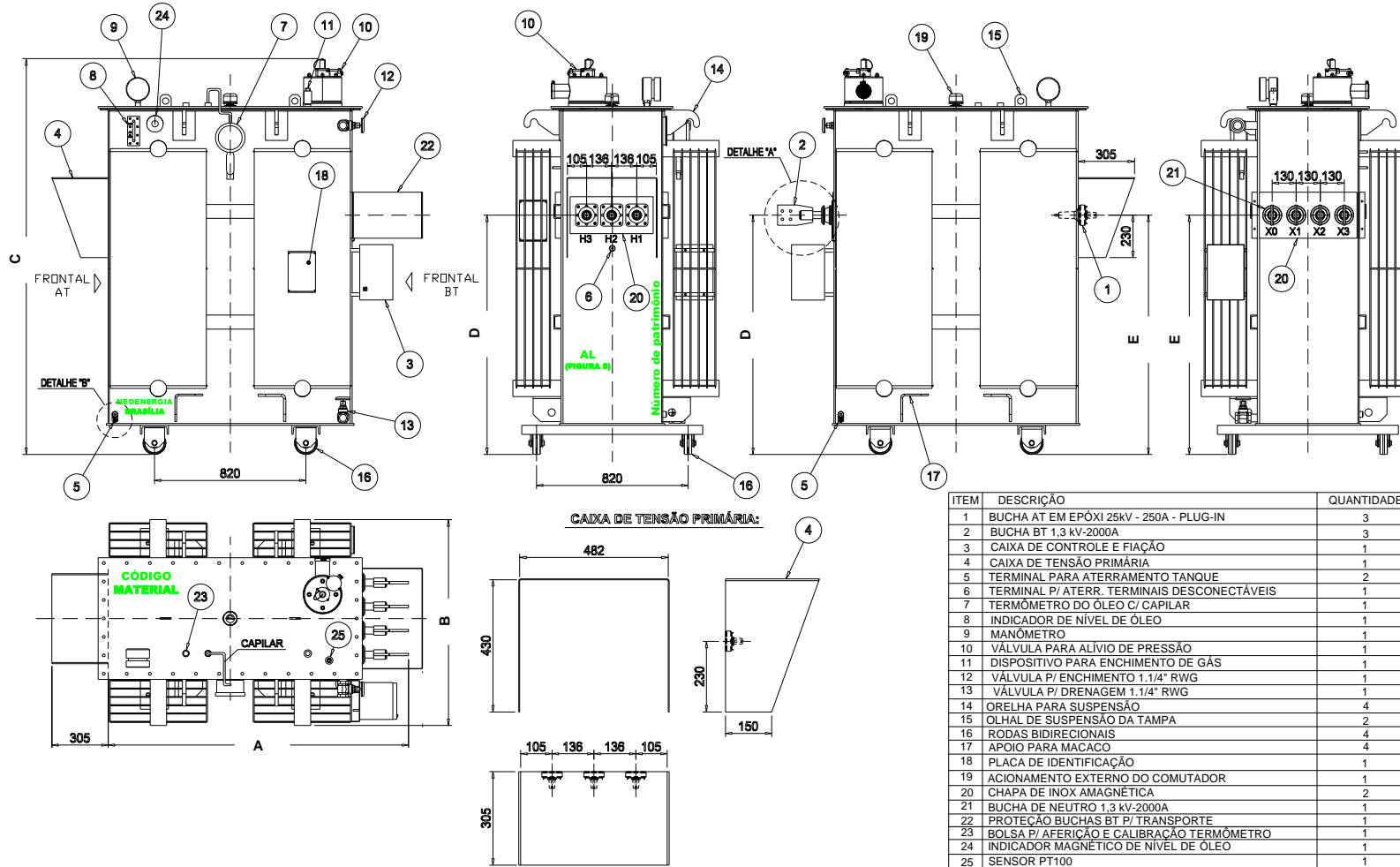


Figura 4 – Dimensional Neoenergia Brasília

**ANEXO I – FIGURAS**

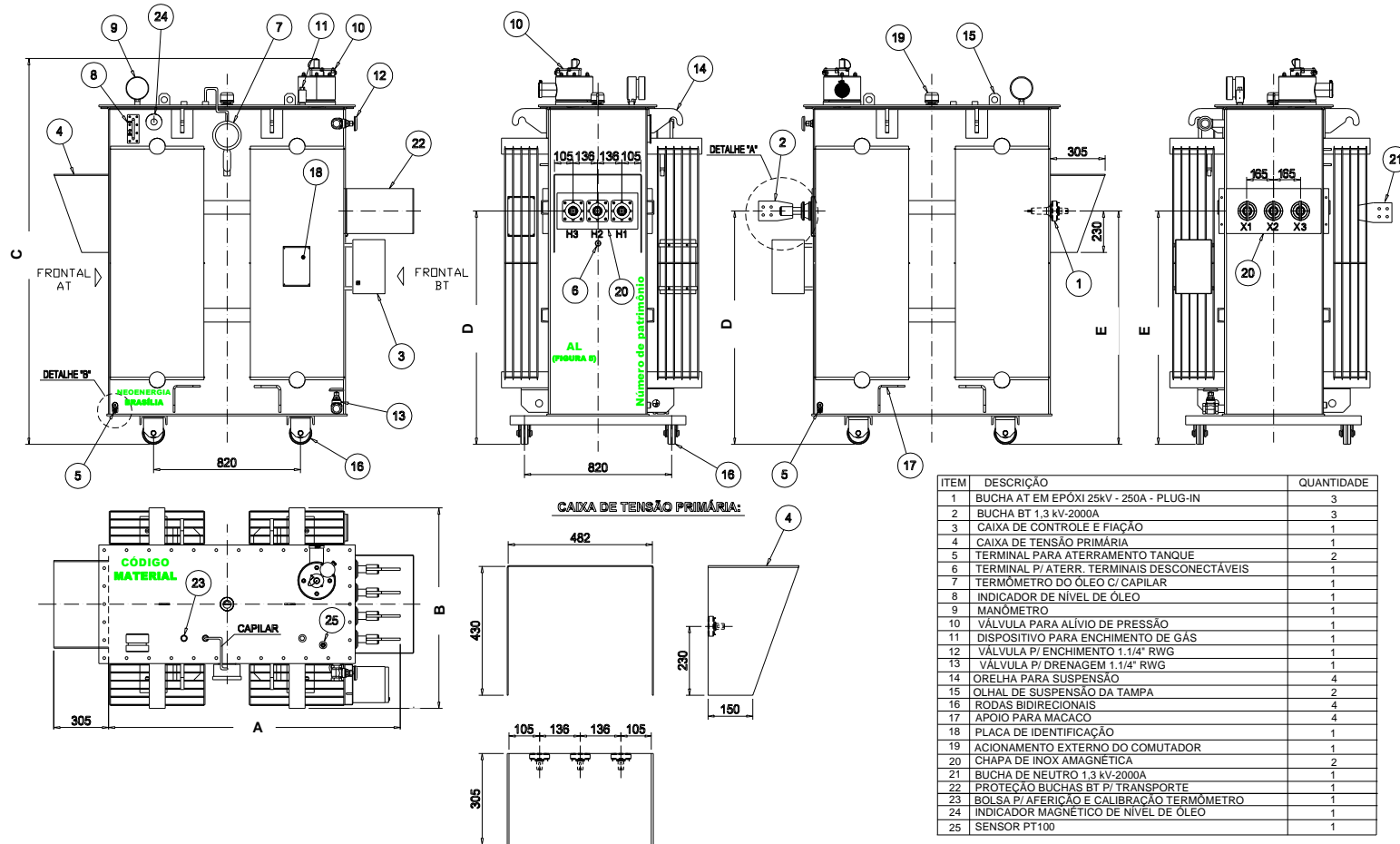



Figura 4 – Dimensional Neoenergia Coelba

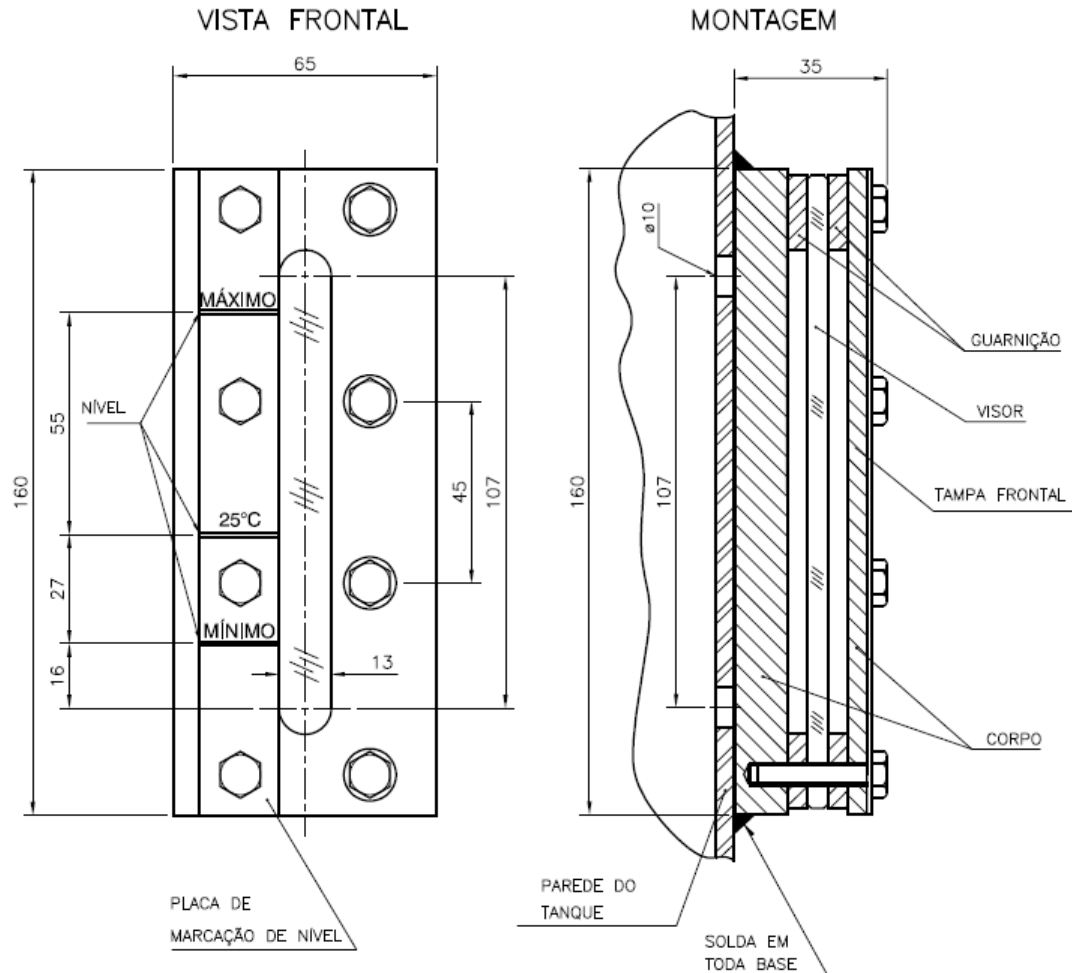
	TÍTULO: <b>Transformadores para Redes Subterrâneas</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-210	
		REV.: 04	Nº PÁG.: 28/43
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 11/10/2024	

## ANEXO I – FIGURAS



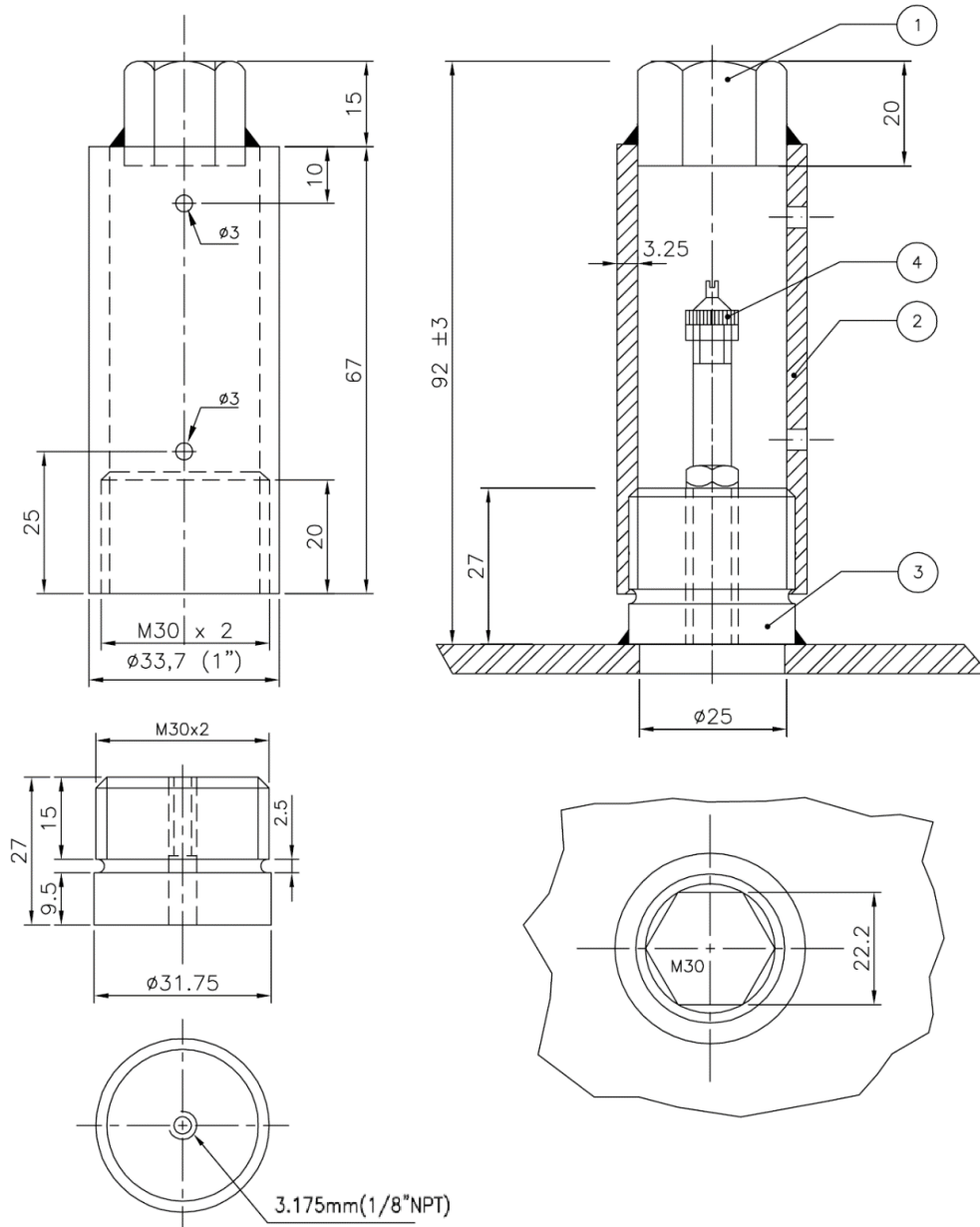
Figura 5 – Identificação do material do enrolamento de alumínio

Nota: Os caracteres da palavra alumínio, devem ter, no mínimo, 40 mm de altura.

**ANEXO I – FIGURAS**

**CARACTERÍSTICAS:**

- 1- **CORPO:** AÇO SAE 1010/20
- 2- **PLACA DE MARCAÇÃO DE NÍVEL:** AÇO INOX (ESPESSURA 1mm)
- 3- **VISOR:** VIDRO TEMPERADO
- 4- **GUARNIÇÕES:** BORRACHA NITRÍLICA
- 5- **ELEMENTOS DE FIXAÇÃO:** AÇO INOX
- 6- **PINTURA:** CINZA CLARO NOTAÇÃO MUNSELL N. 6,5  
**PINTURA APENAS NA TAMPA FRONTAL.**

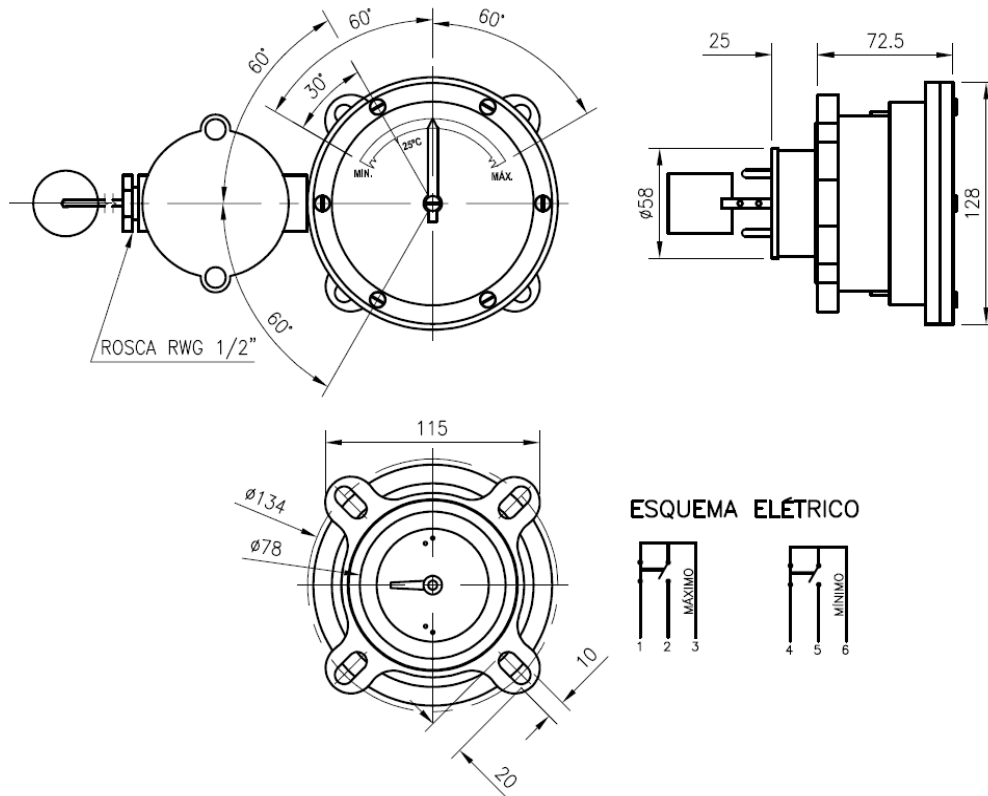
**Figura 6 – Visor de nível de óleo**

**ANEXO I – FIGURAS**


Posição	Quantidade	Unidade	Denominação	Material	Observação
4	1	Pc	Válvula	Latão	3,175 mm (1/8" NPT)
3	1	Pc	Base	Aço 1020	Galvanizado por imersão a quente
2	1	Pc	Tubo	Aço	Zincado a fogo
1	1	Pc	Sextavado	Aço	Zincado a fogo

**Figura 7 – Dispositivo para enchimento de gás**

**ANEXO I – FIGURAS**

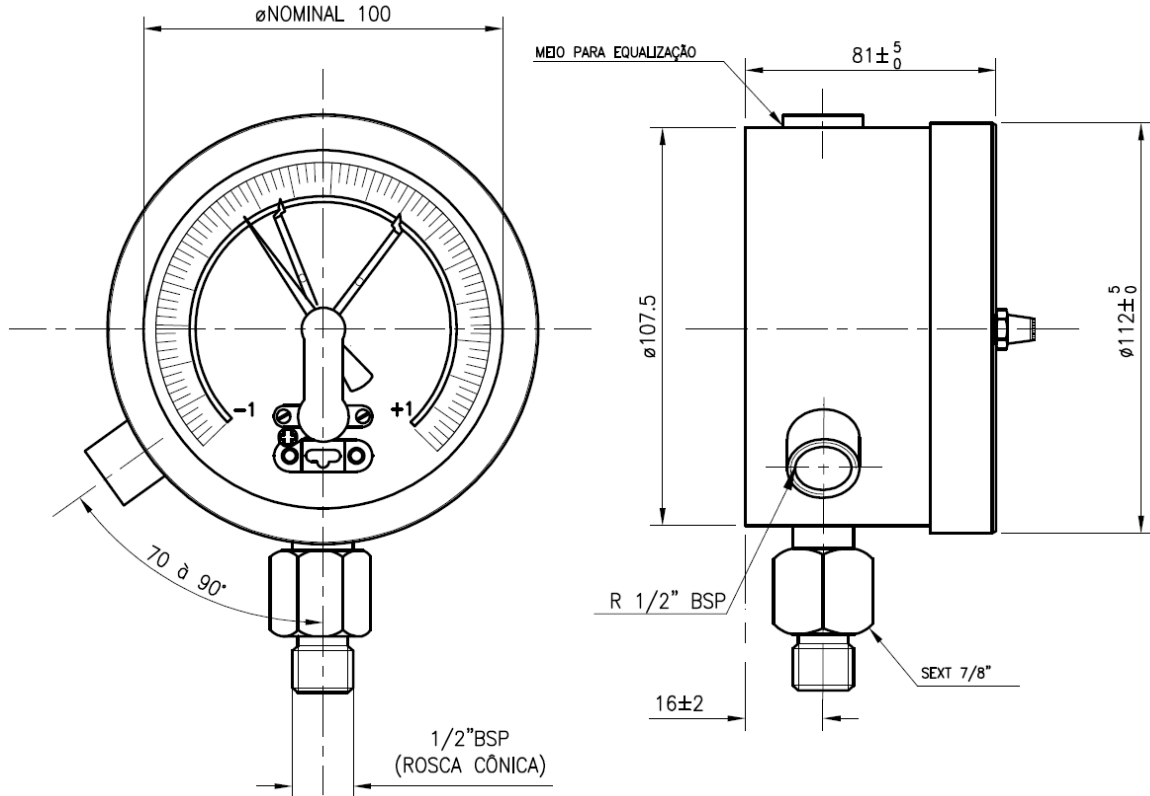


TIPO/TYPE: A100 C/ <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> N			
CONTATO/CONTACTO/CONTACT			
MIN.		MAX.	
NA/NO	<input checked="" type="checkbox"/>	NA/NO	<input checked="" type="checkbox"/> NÚMERO:
NF/NC	<input checked="" type="checkbox"/>	NF/NC	<input type="checkbox"/>

1. CORPO: ALUMÍNIO FUNDIDO.
2. ELEMENTOS DE FIXAÇÃO: INOX.
3. BÓIA: NITROPHENOLIC (1X)  $\phi 35 \times 45 \text{mm}$
4. VEDAÇÕES: BORRACHA NITRÍLICA.
5. VISOR: POLICARBONATO DE 4mm DE ESPESSURA.
6. ESTANQUE A ÓLEO MINERAL A 85°C, PRESSÃO DE 2 Kgf/cm<sup>2</sup>, DURANTE 30 MIN.
7. PROTEÇÃO INTERNA: TRATAMENTO ANTI-OXIDAÇÃO.
8. PROTEÇÃO EXTERNA: PINTURA CINZA MUNSSEL N6,5 EPOXI BI-COMPONENTE.
9. CONTATOS: MÁX: 1-3 NF, 2-3 NA MÍN: 4-6 NF, 5-6 NA.
10. CAPACIDADE DOS CONTATOS:  
CONDUÇÃO – 0,5 A EM 125 Vcc 6A EM 220 Vca.  
INTERRUPÇÃO – 0,5 A EM 125 Vcc 0,5A EM 220 Vca.
11. ACIONAMENTO DOS CONTATOS:  
MÁX: 113° – 117°  
MÁX: 3° – 7°
12. GRAU DE PROTEÇÃO: IP-68 (NBR 6146)
13. MOSTRADOR COM FUNDO PRETO E LETRAS E PONTEIRO EM BRANCO
14. COMPRIMENTO DA HASTE DA BÓIA: 770mm
15. SENTIDO DE MOVIMENTO DA HASTE: RADIAL
16. EQUIPAMENTO DE ACORDO COM A NORMA NBR 12456
17. MASSA: 2 kg

**Figura 8 – Indicador magnético de nível de óleo**

**ANEXO I – FIGURAS**



**CAIXA:**

ALUMINIO INJETADO COM ANEL ROSCADO.  
GRAU DE PROTEÇÃO IP-68.

**PINTURA:**

CINZA MUNSELL 6.5.

**SOQUETE:**

LATÃO

**MOSTRADOR:**

ALUMINIO COM FUNDO BRANCO E CARACTERES PRETOS E FAIXAS:

BRANCO: 0 A 0,07  
VERDE: 0,07 A 0,42  
AMARELO: 0,42 A 0,57  
VERMELHO: 0,57 A 1,00

**ESCALA DE LEITURA:**

SIMPLES EM ARCO DE 270°, DE -1...+1  $\text{Kgf/cm}^2$

**BOURDON:**

TUBO DE TOMBACK SEM COSTURA ( $P < 100 \text{Kgf/cm}$ )

**PONTEIRO:**

ALUMÍNIO(BALANCEADO), COM INDICADOR DE MÁXIMA EM VERMELHO.

**VISOR:**

VIDRO, COM CHAVE DE AJUSTE PARA CONTATOS E PONTEIRO DE ARRASTE.

**MECANISMO:**

LATÃO.

**CONTATO.**

DUPLO C/ ENCOSTO DE PRATA. CAP ELÉTRICA 380 VCA/10 VA.  
TENSÃO APLICADA 1500VCA/ 1 min

**EXATIDÃO:**

$\pm 2\%$  (CLASSE B-ABNT)

**TOLERÂNCIAS:**

ADMISSÍVEL  $\pm 2\%$

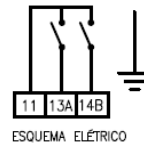
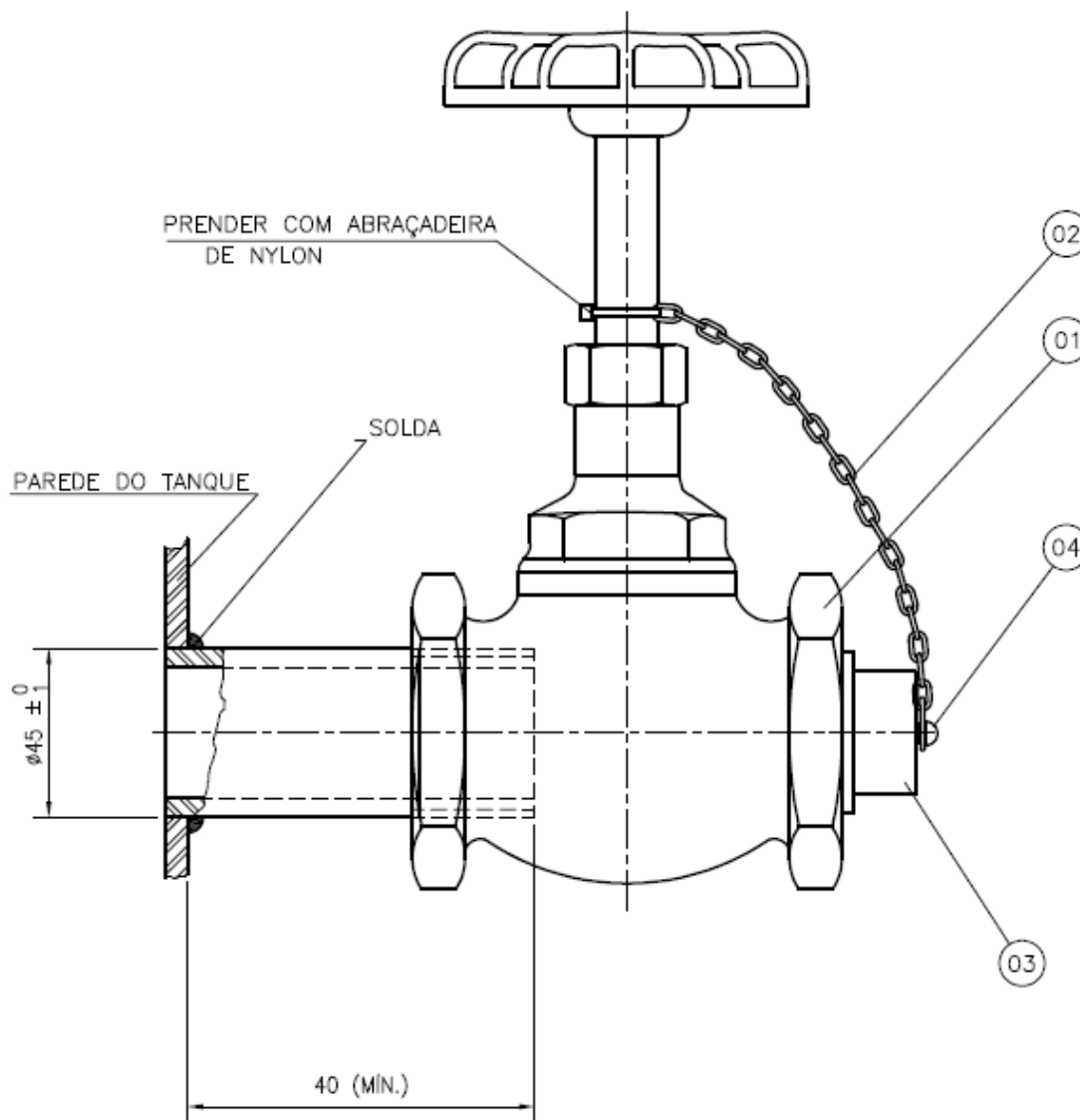


Figura 9 – Manovacuômetro



### ANEXO I – FIGURAS

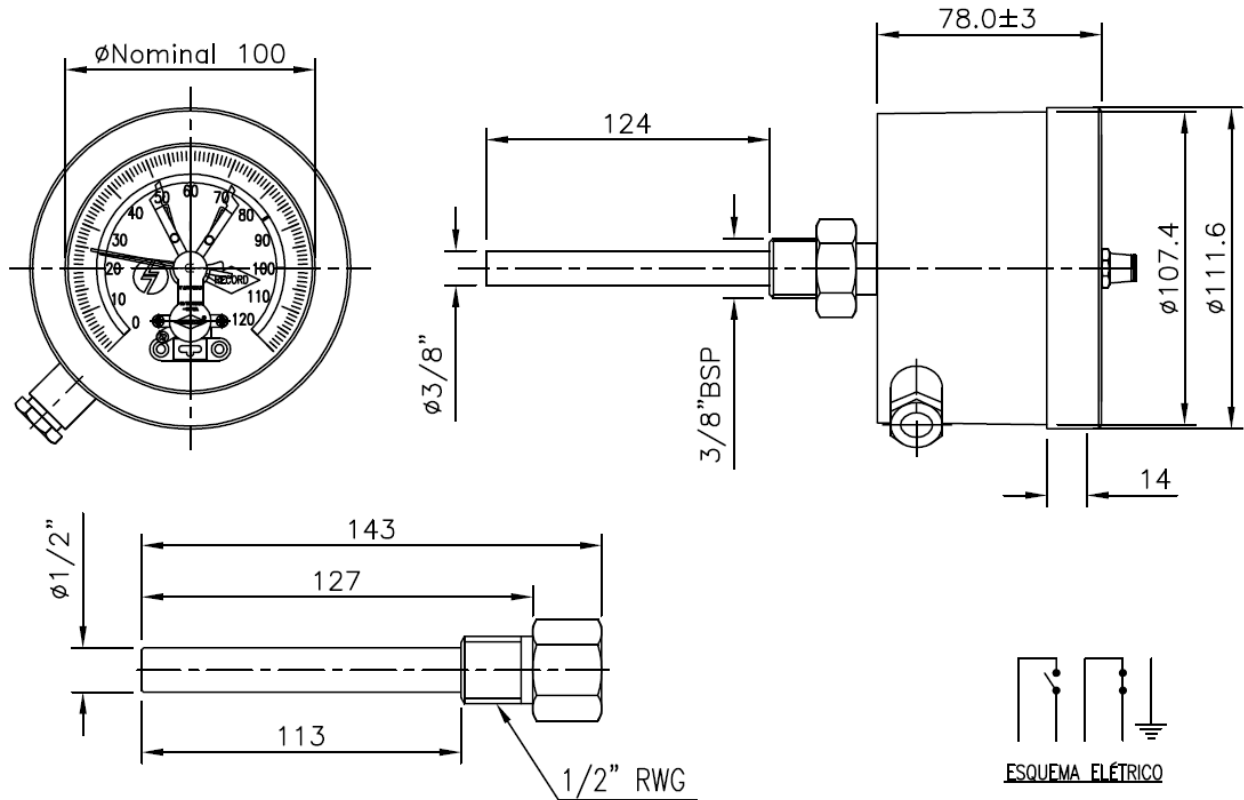


04	REBITE POP	1	–	AÇO INÓX
03	BUJÃO	1	1 1/4" RWG	AÇO C ZINCADO
02	CORRENTE	1	–	LATÃO
01	VÁLVULA GLOBO	1	1 1/4" RWG	BRONZE
ITEM	DENOMINAÇÃO	QTD.	DIMENSÕES/DESENHOS	MATERIAL

Figura 10 – Válvula de enchimento e drenagem de óleo e conexão de filtro prensa

Nota: Alternativamente é permitido o uso da válvula com dispositivo para retirada de amostragem de óleo.

**ANEXO I – FIGURAS**



**Caixa:**

Alumínio injetado, com anel roscado.  
Grau de proteção IP-68.

**Pintura:**

Cinza munsell 6.5.

**Sensor:**

Bulbo de expansão de fluido térmico com haste rígida.

**Visor:**

Vidro, com chave de ajuste para contatos e ponteiro de arraste.

**Mostrador:**

Alumínio com fundo branco e caracteres pretos.

Faixa verde de 0°C a 85°C.

Faixa amarela de 85°C a 100°C.

Faixa vermelha de 100°C a 120°C.

**Ponteiro:**

Preto (indicador de temperatura), vermelho (ponteiro de arraste), Verde (1º contato) e amarelo (2º contato).

**Bourdon:**

Tubo de aço inoxidável AISI 316.

**Mecanismo:**

Latão e bronze fosforoso.

**Escala de Lectura:**

Simple ou dupla em arco de 270°,  
de 0°C a 120°C

**Exatidão:**

Classe B = ±2% (ABNT/ANSI)

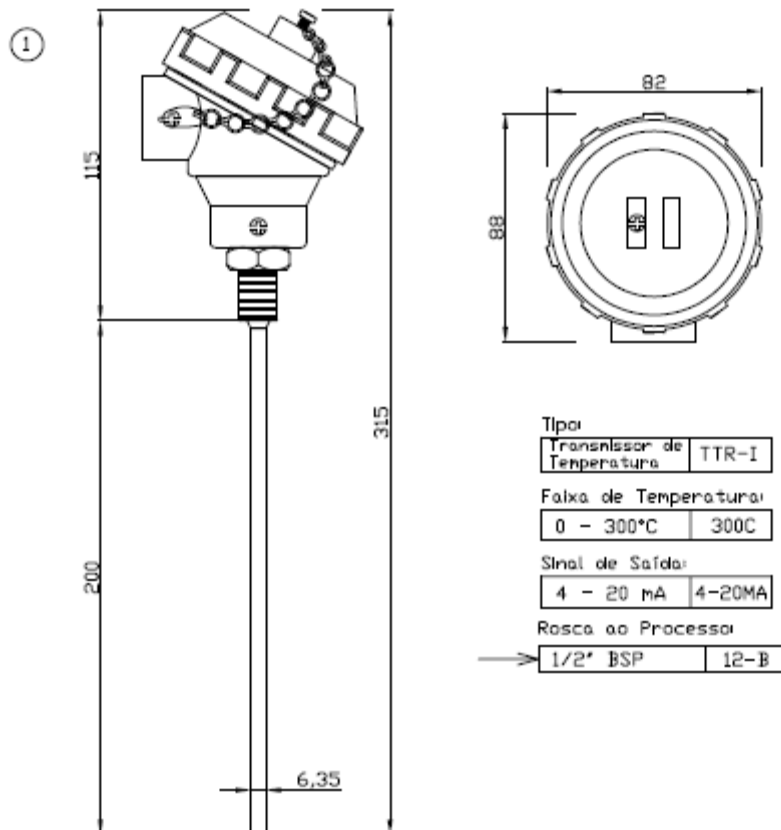
**Contato elétrico:**

Duplo (NA/NF) c/ encosto de prata.  
Capacidade elétrica 380 VCA/ 10 VA  
Número de operações: 10000 ciclos.

**Poço de proteção:**


Quando solicitado conf. des. X009007

Figura 11 – Termômetro indicador

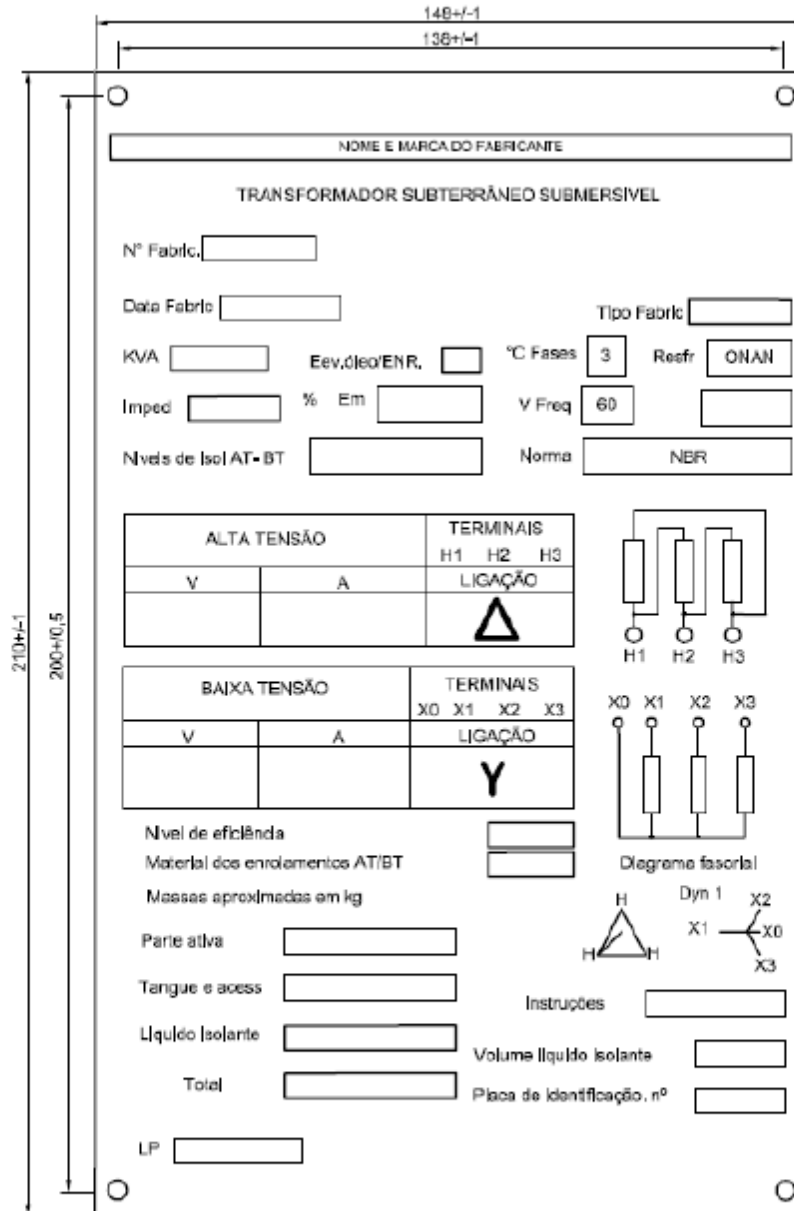
**ANEXO I – FIGURAS**


- Construção: Haste de aço Inoxidável;
- Faixas de Temperatura: com cabeçote: -100...+600°C, demais -10...+150°C;
- Conexão Elétrica: Conector DIN 43650, prensa-cabos, rabicho ou Bornes (Cabeçote);
- Diâmetro da haste: 6,35 mm(1/4") ou 9,5 mm(3/8");
- Material em contato com o fluido: Aço Inoxidável;
- Elemento sensor: PT100, 3 fios;
- Sinal de Saída: 4-20 mA(outra Especificar);
- Precisão: Classe A  $\dots D_{máx}(^{\circ}C) \pm (0,15 + 0,020 |t|)$   
 Classe B  $\dots D_{máx}(^{\circ}C) \pm (0,30 + 0,005 |t|)$   
 1/5 DIN  $\dots D_{máx}(^{\circ}C) \pm (0,06 + 0,001 |t|)$   
 1/10 DIN  $\dots D_{máx}(^{\circ}C) \pm (0,03 + 0,0005 |t|)$ .

Figura 12 – Sensor PT100

	TÍTULO: <b>Transformadores para Redes Subterrâneas</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-210	
		REV.: 04	Nº PÁG.: 36/43
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 11/10/2024	

### ANEXO I – FIGURAS



148±1  
138±1

210±1  
200±0,5

Nome e marca do fabricante

TRANSFORMADOR SUBTERRÂNEO SUBMERSIVEL

Nº Fabric:

Data Fabric:

Tipo Fabric:

KVA  Ev. óleo/ENR.  °C Fases  Resfr.  ONAN

Imped.  % Em  V Freq.  60

Níveis de Isol AT-BT  Norma  NBR

ALTA TENSÃO		TERMINAIS		
V	A	H1	H2	H3
		LIGAÇÃO		
		△		

BAIXA TENSÃO		TERMINAIS			
V	A	X0	X1	X2	X3
		LIGAÇÃO			
		Y			

Nível de eficiência

Material dos enrolamentos AT/BT

Messas aproximadas em kg

Parte ativa

Tanque e acess

Líquido isolante

Totol

LP

Diagrama fasorial

H Dyn 1 X2  
X1 X0 X3

Instruções

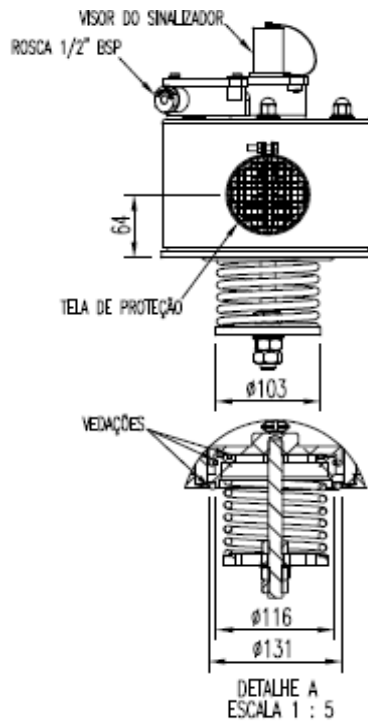
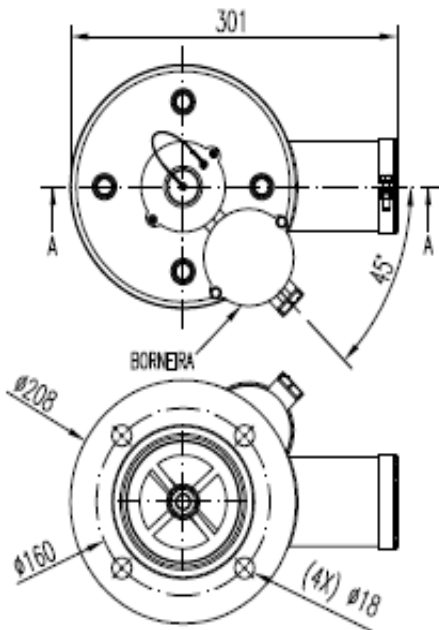
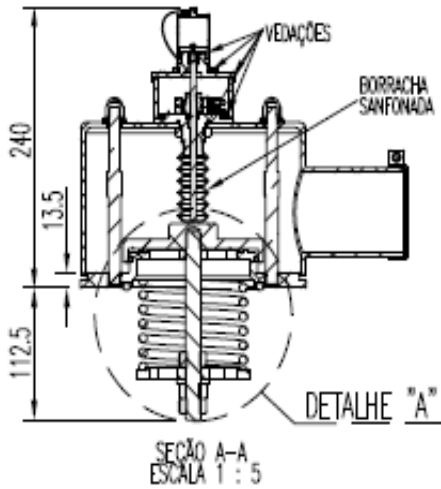
Volume líquido isolante

Placa de identificação, nº

- 1) Gravação em baixo relevo na cor preta e fundo na cor do material
- 2) A não observação das tolerâncias, irregulares da gravação, superfície metálica porosa e falta de aderência da tinta serão condições de rejeição.
- 3) A gravação dos espaços em branco deve ser feita na fábrica, após os ensaios.
- 4) Material: Aço inoxidável.

Figura 13 – Placa de identificação – Orientativo

**ANEXO I - FIGURAS**



CONTATOS ELÉTRICOS:  
CAPACIDADE: 4A - 250Vac; 0,5A - 125Vac

ESQUEMA ELÉTRICO			
11 - 12	13 - 14	21 - 22	23 - 24
NC	NO	NC	NO

CARACTERÍSTICAS:  
DISPOSITIVO DE ALÍVIO DE PRESSÃO COM CONTATO SISTEMA DE MOLA INTERNA  
CORPO EM ALUMÍNIO FUNDIDO  
CAPOTA COM DIRECIONADOR EM ALUMÍNIO FUNDIDO E TELA DE PROTEÇÃO EM AÇO INOX  
SISTEMA SINALIZADOR BLINDADO  
PRESSÃO DE OPERAÇÃO: 0,3 A 1,0 kgf/cm<sup>2</sup>  
CALIBRAÇÃO DE FÁBRICA: 0,7 kgf/cm<sup>2</sup> ± 3kPa  
PINTURA CINZA MUNSSELL N6,5  
PINO SINALIZADOR DE ATUAÇÃO NA COR AMARELA  
VISOR DO SINALIZADOR EM POLICARBONATO  
ELEMENTOS DE FIXAÇÃO EM INOX OU LATÃO NIQUELADO  
VEDAÇÕES EM BORRACHA NITRILICA  
GRAU DE PROTEÇÃO: IP68 (ABNT NBR IEC 60529)  
ATENDE A NBR-16367-2  
MASSA: 4,5kg  
TOLERÂNCIAS NÃO ESPECIFICADAS, ADMITIR ±1mm

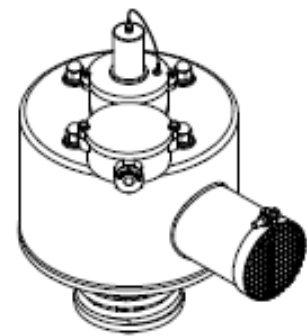



Figura 14 – Dispositivo de alívio de pressão

	TÍTULO: <b>Transformadores para Redes Subterrâneas</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-210	
		REV.: 04	Nº PÁG.: 38/43
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 11/10/2024	

### ANEXO I – FIGURAS

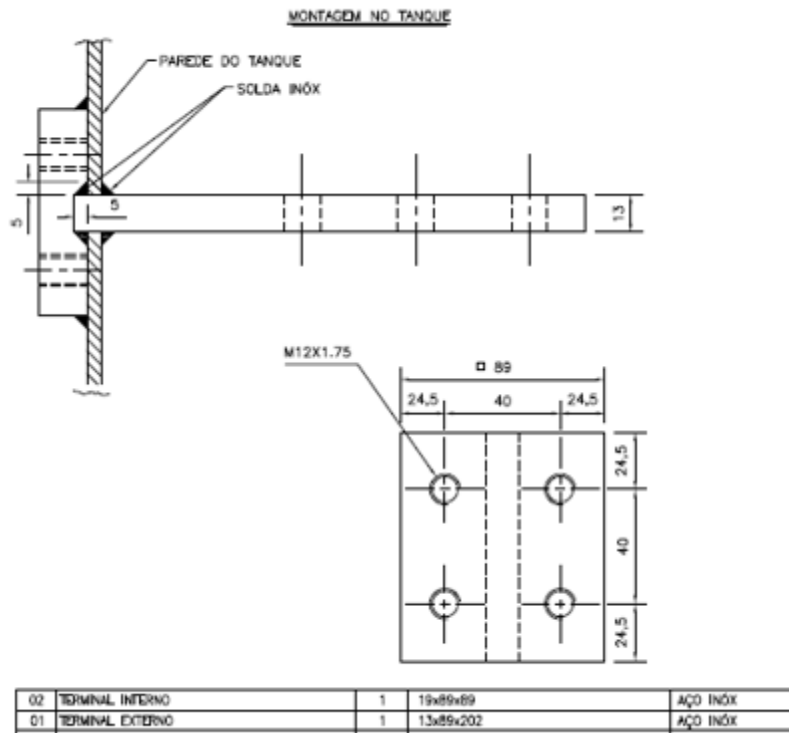



Figura 15 – Detalhe do terminal de neutro soldado no tanque

Nota: As dimensões e furação do terminal devem ser de acordo com os níveis de corrente, conforme indicado na Tabela 10.

	TÍTULO: <b>Transformadores para Redes Subterrâneas</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-210	
		REV.: 04	Nº PÁG.: 39/43
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 11/10/2024	

## Anexo II – Ensaios de verificação da pintura do tanque do transformador

### 1 – Névoa salina

Com uma lâmina cortante, romper o filme até a base, conforme a ABNT NBR 8094 (com entalhe na vertical).

Os painéis devem resistir a 500 h de exposição contínua ao ensaio de névoa salina (solução a 5 % de NaCl em água). Não pode haver empolamento e a penetração máxima sob os cortes traçados deve ser de 4 mm. Os painéis devem ser mantidos em ângulo de 15° a 30° conforme a ABNT NBR 8094.

### 2 – Umidade

Os painéis devem ser colocados em ângulo de 15° a 30° em uma câmara com umidade relativa de 100 % e temperatura ambiente de  $(40 \pm 1)$  °C. Após 250 h de exposição, não podem ocorrer empolamentos ou defeitos similares, quando ensaiados conforme ASTM D 1735.

### 3 - Impermeabilidade

Imergir 1/3 do painel em água destilada mantida a  $(37,8 \pm 1)$  °C. Após 480 h, não podem ocorrer empolamentos ou defeitos similares, quando ensaiado conforme ASTM D 870.

### 4 – Aderência

Deve ser realizado utilizando o método A (corte em “X”), de acordo com a ABNT NBR 11003, diretamente no transformador, devendo ser alcançado grau X1, Y1 ou de qualidade superior.

Para verificação da aderência do esquema de pintura, testes de aderência devem ser realizados em corpos de prova, para cada demão, devendo ser alcançado grau X1, Y1 ou de qualidade superior, para cada um dos corpos de prova.

### 5 – Brilho

O acabamento deve ter um brilho de 55 a 65 medido no Gardner Glossmeter a 60°, quando ensaiado em conformidade com a norma ASTM D523.

### 6 – Resistência ao líquido isolante


Preparar os painéis somente com o esquema de pintura interna. Os painéis devem resistir a 106 h imersos em óleo, a  $(110 \pm 2)$  °C, sem alterações.

### 7 – Resistência atmosférica úmida saturada na presença de SO<sub>2</sub>

Com uma lâmina cortante, romper o filme até a base, conforme a ABNT NBR 8096 (com entalhe na vertical).

Deve-se verificar a resistência a 100 % de umidade relativa com duração conforme ASTM D 2247.

Deve-se também verificar a resistência ao SO<sub>2</sub> (2,0 L), em ciclos conforme DIN 50018.

	TÍTULO: <b>Transformadores para Redes Subterrâneas</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-210	
		REV.: 04	Nº PÁG.: 40/43
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 11/10/2024	

Os painéis devem resistir a um ciclo de 24 h de ensaio sem apresentar bolhas, enchimentos, absorção de água, carregamento, e não pode apresentar manchas e corrosão.

NOTA O ciclo de 24 h consiste em um período igual a 8 h, a  $(40 \pm 2)$  °C, na presença de SO<sub>2</sub>, após o qual se desliga o aquecimento e abre-se a tampa do aparelho, deixando-se as peças expostas ao ar, dentro do aparelho, durante 16 h, à temperatura ambiente.

## 8 – Resistência marítima

Com uma lâmina cortante, romper o filme (camada de tinta) até a base, conforme a norma ABNT NBR 8094 (com entalhe na vertical).

Colocar os painéis em ângulo de 45°, com a face traçada voltada para o mar, a uma distância deste de até 30 m do limite da maré alta.


Após 6 meses de exposição, não pode haver empolamento e similares, permitindo-se penetração na zona de corte de até 4 mm, quando ensaiado conforme norma ASTM D1014.

## 9 – Determinação da espessura de camada de tinta

A medição da espessura seca deve ser feita de acordo com o previsto na norma NBR 10443 e deve levar em consideração o efeito da rugosidade superficial do substrato.

A medição de espessura seca deve ser realizada em todas as demãos de tinta, após a aplicação das mesmas, decorrido o tempo de secagem para repintura.



	TÍTULO: <b>Transformadores para Redes Subterrâneas</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-210	
		REV.: 04	Nº PÁG.: 41/43
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 11/10/2024	

**ANEXO III. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GARANTIDAS PELO PROPONENTE**  
**TRANSFORMADOR DE REDE SUBTERRÂNEA**

LICITAÇÃO Nº ..... CÓDIGOS ...../.....  
 PROPOSTA Nº ..... DATA .....  
 PROPONENTE .....

**1. TIPO**

Transformador de rede subterrânea, trifásico, potência nominal de \_\_\_\_\_ kVA, para instalação exterior, com comutador externo, tensão nominal primária de classe 15 kV, com derivações para \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ kV, tensão nominal secundária de \_\_\_\_\_ V, buchas de AT tipo *plug in*, frequência nominal de 60 Hz.

**1. Perdas em Vazio e Corrente de Excitação (em % de IN)**

- 1.1. À tensão nominal: \_\_\_\_\_ kW  
 1.2. Corrente de excitação: \_\_\_\_\_ %

**2. Perdas em Curto-circuito e Tensão de Curto-circuito, referidas a 75°C**

- 2.1. À plena carga: \_\_\_\_\_ kW  
 2.2. Tensão de curto-circuito: \_\_\_\_\_ %

**3. Rendimento: \_\_\_\_\_ %**

**4. Deslocamento Angular e Polaridade: \_\_\_\_\_**

**5. Enrolamento Primário**

- 5.1. Material do enrolamento: \_\_\_\_\_  
 5.2. Peso Total do Cobre (\_\_\_\_) ou Alumínio (\_\_\_\_): \_\_\_\_\_ kg  
 5.3. Classificação térmica: \_\_\_\_\_ °C

**6. Enrolamento Secundário**

- 6.1. Material do enrolamento: \_\_\_\_\_  
 6.2. Peso Total do Cobre (\_\_\_\_) ou Alumínio (\_\_\_\_): \_\_\_\_\_ kg  
 6.3. Classificação térmica: \_\_\_\_\_ °C

**7. Núcleo**


- 7.1. Tipo Construtivo: \_\_\_\_\_  
 7.2. Material Empregado: (\_\_\_\_) Aço Silício (\_\_\_\_) Material Amorfo

**8. Tanque**

- 8.1. Espessura das Chapas: Tampa: \_\_\_\_\_ mm; Tanque: \_\_\_\_\_ mm; Fundo: \_\_\_\_\_ mm  
 8.2. Tratamento Anticorrosivo: \_\_\_\_\_  
 8.3. Acabamento: \_\_\_\_\_  
 8.4. Pintura Interna: \_\_\_\_\_; Espessura mínima: \_\_\_\_\_ µm  
 8.5. Pintura Externa: \_\_\_\_\_; Espessura mínima: \_\_\_\_\_ µm

**9. Radiadores**

- 9.1. Tipo: \_\_\_\_\_  
 9.2. Diâmetros dos tubos, se aplicável: \_\_\_\_\_ mm  
 9.3. Espessura da Parede: \_\_\_\_\_ mm  
 9.4. Tratamento e Pintura: \_\_\_\_\_; Espessura mínima: \_\_\_\_\_ µm

	TÍTULO: <b>Transformadores para Redes Subterrâneas</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-210	
		REV.: 04	Nº PÁG.: 42/43
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 11/10/2024	

## 10. Buchas Primárias e Secundárias

	Primária	Secundária
10.1. Tensão Nominal:	_____ kV	_____ V
10.2. Nível de Impulso:	_____ kV	_____ kV
10.3. Distância de Escoamento:	_____ mm	_____ mm
10.4. Tipo Construtivo:	_____	_____
10.5. Corrente nominal	_____ A	_____ A
10.6. Referência de Catálogo:	_____	_____
10.7. Fabricante:	_____	_____

## 11. Óleo Isolante:

11.1. Característica: \_\_\_\_\_


11.2. Fabricante (fornecedor): \_\_\_\_\_

11.3. Referência do óleo: \_\_\_\_\_

11.4. Quantidade: \_\_\_\_\_ litros

12. **Peso Total do Transformador, com óleo:** \_\_\_\_\_ kg

13. **Acessórios:** devem ser indicados todos os acessórios, com suas características técnicas, modelo e anexando seus desenhos para avaliação.

	TÍTULO: <b>Transformadores para Redes Subterrâneas</b>	CÓDIGO: DIS-ETE-210	
		REV.: 04	Nº PÁG.: 43/43
APROVADOR: RICARDO PRADO PINA		DATA DE APROVAÇÃO: 11/10/2024	

#### ANEXO IV. CÓDIGOS PADRONIZADOS

NE e BRASÍLIA	SE	Descrição Sucinta
210541	-	TRANSFORMADOR SUBT.500 KVA TRIF.OLEO
210542	-	TRANSFORMADOR SUBT.1000 KVATRIF.OLEO
210294	-	TRAFO 3F 500,0KVA 15,0KV 220/127V SUBM
210295	-	TRAFO 3F 1000,0KVA 15,0KV 220/127V SUBM