



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil  
Função Apoio: -  
Função Serviço: -  
Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

## CONTEÚDO

1.	OBJETIVOS DO DOCUMENTO E ÁREA DE APLICAÇÃO .....	3
2.	GESTÃO DA VERSÃO DO DOCUMENTO.....	3
3.	UNIDADES RESPONSÁVEIS PELO DOCUMENTO .....	3
4.	REFERÊNCIAS .....	4
5.	POSIÇÃO DO PROCESSO COM RELAÇÃO À ESTRUTURA ORGANIZACIONAL.....	5
6.	SIGLAS E PALAVRAS-CHAVE.....	5
7.	MATERIAL .....	7
7.1	Características Gerais .....	14
7.2	Características construtivas.....	14
7.3	Características Elétricas .....	24
7.4	Identificação.....	27
7.5	Ensaios .....	27
7.6	Amostragem.....	28
7.7	Transporte, Embalagem e Acondicionamento .....	29
7.8	Fornecimento .....	29
7.9	Garantia .....	29
8.	ANEXOS .....	30
8.1	Características Técnicas Garantidas – CTG .....	30
8.2	Identificação do equipamento isento de PCB.....	30
8.3	Cadeado .....	31
8.4	Fecho de compartimento .....	32
8.5	Bucha cavidade de inserção curta - 200 A - 15/25 KV.....	33
8.6	Bucha para transformador de 75 a 225 kVA .....	34
8.7	Bucha secundária para transformadores de 300 e 500 kVA.....	35
8.8	Flange de fixação da bucha de cavidade de inserção .....	36
8.9	Conector terminal secundário para transformadores 300 e 500 kVA .....	37
8.10	Comutador trifásico acionamento externo.....	38
8.11	Válvula globo para drenagem.....	39
8.12	Conjunto para enchimento de óleo e ligação do filtro prensa .....	40
8.13	Indicador tipo visor de nível de líquido isolante .....	41
8.14	Termômetro .....	42
8.15	Manômetro.....	43
8.16	Dispositivo para enchimento de gás.....	44



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

8.17	Placa de identificação .....	45
8.18	Placa de advertência externa .....	47
8.19	Placa de advertência interna .....	48

RESPONSÁVEL POR NETWORK DEVELOPMENT BRAZIL  
**Silvana Flavia D'Andrea**



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

## 1. OBJETIVOS DO DOCUMENTO E ÁREA DE APLICAÇÃO

Este documento define os requisitos técnicos para aquisição de Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal.

Este documento é aplicável a ENEL Ceará, Rio de Janeiro e São Paulo.

O presente documento aplica-se ao Grupo Enel no que diz respeito à sua atuação no Brasil, de acordo com as leis, regulamentos, acordos coletivos e normas de governança aplicáveis, incluindo a Lei Geral de Proteção de Dados, que em qualquer situação, prevalecem sobre as disposições contidas neste documento.

A Lei Geral de Proteção de Dados, Lei nº 13.709/2018 (LGPD) e GDPR (Regulamento U.E. 2016/679 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de abril de 2016), regulamentam o tratamento de dados pessoais. A LGPD define que tratamento é toda operação realizada com dados pessoais, como as que se referem a coleta, produção, recepção, classificação, utilização, acesso, reprodução, transmissão, distribuição, processamento, arquivamento, armazenamento, eliminação, avaliação ou controle da informação, modificação, comunicação, transferência, difusão ou extração, bem como que Dados Pessoais são todas as informações relacionadas a uma pessoa natural (pessoa física), que possa torná-la identificada ou identificável (tais como: nome, CPF, endereço, nome de familiares, perfil de consumo, geolocalização, número de Unidade Consumidora, etc., os quais de forma isolada ou associada com dois ou mais, possam identificar direta ou indiretamente um titular de dados pessoais).

Os Tratamentos de Dados Pessoais realizados durante as atividades descritas neste documento deverão estar devidamente mapeados no sistema de registro de tratamento de dados pessoais do Grupo Enel e deverão ocorrer em consonância com as regras de Proteção De Dados Pessoais, GDS e Segurança da Informação do Grupo Enel, estabelecidas nas respectivas Políticas e Procedimentos internos.

## 2. GESTÃO DA VERSÃO DO DOCUMENTO

Versão	Data	Descrição das mudanças
0	09/01/2024	Emissão da especificação técnica. Este documento cancela e substitui a especificação técnica NTE-M-009
1	17/12/2024	Atualização de informações gerais e ensaio de cromatografia, inserção de Códigos da PM-R e inserção de informações para adequar aos novos códigos. Este documento cancela e substitui as especificações técnicas PM-R 2049 e PM-Br 112.06.0.
2	12/08/2025	Atualização de texto e retificação de informações. Este documento cancela e substitui a especificação técnica PM-Br 112.06.1.
3	13/02/2026	Incluído os limites para gases dissolvidos. Este documento cancela e substitui a especificação técnica PM-Br 112.06.2.

## 3. UNIDADES RESPONSÁVEIS PELO DOCUMENTO

Responsável pela elaboração do documento:

- Engineering Sup & Global St. Adoption

**DOCUMENTO INVÁLIDO SE IMPRESSO OU GRAVADO**



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil  
Função Apoio: -  
Função Serviço: -  
Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

Responsável pela autorização do documento:

- Engineering Sup & Global St. Adoption

#### 4. REFERÊNCIAS

- Código de Ética Enel;
- Política de Direitos Humanos Enel;
- Programa Global de Compliance Enel;
- Plano de Tolerância Zero com a Corrupção Enel;
- ISO 9001 - Sistema de Gestão da Qualidade;
- ISO 14001 - Sistema de Gestão Ambiental;
- ISO 37001 - Sistema de Gestão Antissuborno;
- ISO 45001 - Sistema de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional;
- ISO 50001- Sistema de Gestão de Energia;
- ISO 55001 – Sistema de Gestão de Ativos; (Aplicável para documentos que envolvam São Paulo)
- Política do Sistema de Gestão Integrado;
- Manual do Sistema de Gestão Integrado nº 25 – Enel Distribuição;
- Policy nº 1042 – Gerenciamento de Incidentes de Segurança de Dados Pessoais;
- Procedimento Organizacional nº 1626 – Aplicação da Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais no âmbito das Empresas do Grupo Enel;
- ABNT NBR 5356, Transformadores de potência;
- ABNT NBR IEC 60085, Isolação elétrica - Avaliação e designação térmicas;
- ABNT NBR 6648, Bobinas e chapas grossas 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 6650, Bobinas e chapas finas a quente de aço-carbono para uso estrutural — Especificação;
- ABNT NBR 11888, Bobinas e chapas finas a frio e a quente de aço-carbono e de aço de alta resistência e baixa liga — Requisitos gerais;
- ABNT NBR 5906, Bobinas e chapas laminadas a quente de aço-carbono para estampagem – Especificação;
- ABNT NBR 5915, Chapas e bobinas de aço laminadas a frio;
- ABNT NBR 15422. Óleo vegetal isolante para equipamentos elétricos;
- ASTM D 4059, Standard Test Method for Analysis of Polychlorinated Biphenyls in Insulating Liquids by Gas Chromatography;
- ABNT NBR 5440, Transformadores para redes aéreas de distribuição — Requisitos;
- ABNT NBR 5161, Produtos laminados planos de aço para fins elétricos - Verificação das propriedades;
- ABNT NBR 11835, Acessórios isolados desconectáveis para cabos de potência para tensões de 15 kV a 35 kV – Especificação;
- ABNT NBR 11003, Pintura industrial — Determinação da aderência pelos métodos de corte na pintura;
- ABNT NBR 12134, Óleo mineral isolante - Determinação do teor de 2,6-di-terciário-butil paracresol;
- ABNT NBR 7036:2022, Recebimento, armazenagem, instalação e manutenção de transformadores de distribuição até a classe de tensão de 36,2 kV, imersos em líquido isolante;



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil  
 Função Apoio: -  
 Função Serviço: -  
 Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
 Documentos  
 Técnicos do SGI  
[\(Link\)](#)

- ABNT NBR 10576:2017, Óleo mineral isolante de equipamentos elétricos - Diretrizes para supervisão e manutenção;
- ABNT NBR 16518:2017, Óleo vegetal isolante para equipamentos elétricos - Diretrizes para supervisão e manutenção;
- Resolução ANP n° 900;
- Ministério do Meio Ambiente - Manual de Gestão de PCB para equipamentos elétricos.

**Notas:**

- 1) O fornecedor deve disponibilizar, para o inspetor da Enel, no local da inspeção, todas as Normas acima mencionadas, em suas últimas revisões.
- 2) Deverá ser usado o Sistema Internacional de Unidades (Sistema Métrico) para todo e qualquer fornecimento a ser realizado.

## 5. POSIÇÃO DO PROCESSO COM RELAÇÃO À ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

Value Chain: Engineering

Macro Process: Network Engineering

Process: Network Desing

## 6. SIGLAS E PALAVRAS-CHAVE

Siglas e Palavras-Chave	Descrição
ABNT/NBR	Associação Brasileira de Normas Técnicas/Normas Brasileiras
Dado Pessoal	Dado Pessoal é qualquer informação relacionada a pessoa natural identificada ou identificável, tais como nome, número de identificação, dados de localização, um identificador online ou a um ou mais dos elementos característicos de sua identidade física, fisiológica, genética, mental, econômica, cultural ou social (veja também Categorias especiais de dados pessoais).
Dados Pessoais Sensíveis (incluindo biométricos e referentes à Saúde)	No contexto de proteção de dados, merece especial atenção a categoria de dado pessoal sobre origem racial ou étnica, convicção religiosa, opinião política, filiação a sindicato ou a organização de caráter religioso, filosófico ou político, dado referente à saúde ou à vida sexual, dado genético ou biométrico, quando vinculado a uma pessoa natural. Esses dados são definidos pela LGPD como Dados Pessoais Sensíveis. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dados genéticos: dados pessoais relativos às características genéticas, hereditárias ou adquiridas de uma pessoa física que fornecem informações unívocas sobre a fisiologia ou sobre a saúde de tal pessoa física, e que resultam designadamente da análise de uma amostra biológica da pessoa física em questão;</li> </ul>



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

Siglas e Palavras-Chave	Descrição
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dados biométricos: dados pessoais resultantes de um tratamento técnico específico relativo às características físicas, fisiológicas ou comportamentais de uma pessoa física que permitam ou confirmem a identificação única dessa pessoa, tais como foto, vídeo, imagens da face ou dados de impressão digital;</li> <li>Dados relativos à saúde: dados pessoais relacionados com a saúde física ou mental de uma pessoa física, incluindo a prestação de serviços de saúde, que revelem informações sobre o seu estado de saúde.</li> </ul>
General Data Protection Regulation or GDPR	Regulamento (UE) 2016/679 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de abril de 2016, relativo à proteção das pessoas naturais, no que diz respeito ao tratamento de dados pessoais e à livre circulação desses dados; e que revoga a Diretiva 95/46 / CE.
Lei Geral de Proteção de Dados ou LGPD.	Lei Brasileira nº 13.709/18 promulgada em 14 de agosto de 2018, posteriormente alterada pela Lei 13.853/19, que dispõe sobre o tratamento de dados pessoais, inclusive nos meios digitais, por pessoa natural ou por pessoa jurídica de direito público ou privado, com o objetivo de proteger os direitos fundamentais de liberdade e de privacidade e o livre desenvolvimento da personalidade da pessoa natural.
Titular dos Dados Pessoais	Pessoa natural a quem se referem os dados pessoais que são objeto de tratamento. Ele / ela entendido como uma pessoa natural identificada ou identificável.
Tratamento	Toda operação realizada com dados pessoais, como as que se referem a coleta, produção, recepção, classificação, utilização, acesso, reprodução, transmissão, distribuição, processamento, arquivamento, armazenamento, eliminação, avaliação ou controle da informação, modificação, comunicação, transferência, difusão ou extração.
Sistema radial	Sistema elétrico de distribuição no qual a alimentação se faz apenas por uma extremidade, estando uma ou mais cargas na outra
Sistema em anel	Sistema elétrico de distribuição no qual o circuito alimentador, após se conectar a uma ou mais cargas, retorna à mesma fonte.
Transformador tipo pedestal	Transformador de potência trifásico abaixador para uso exterior, imerso em líquido isolante, selado, voltado à distribuição, sem conservador, fixado sobre uma base de concreto, com compartimentos blindados distintos para conexão de cabos de média tensão e de baixa tensão e dotado de proteção interna.



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

## 7. MATERIAL

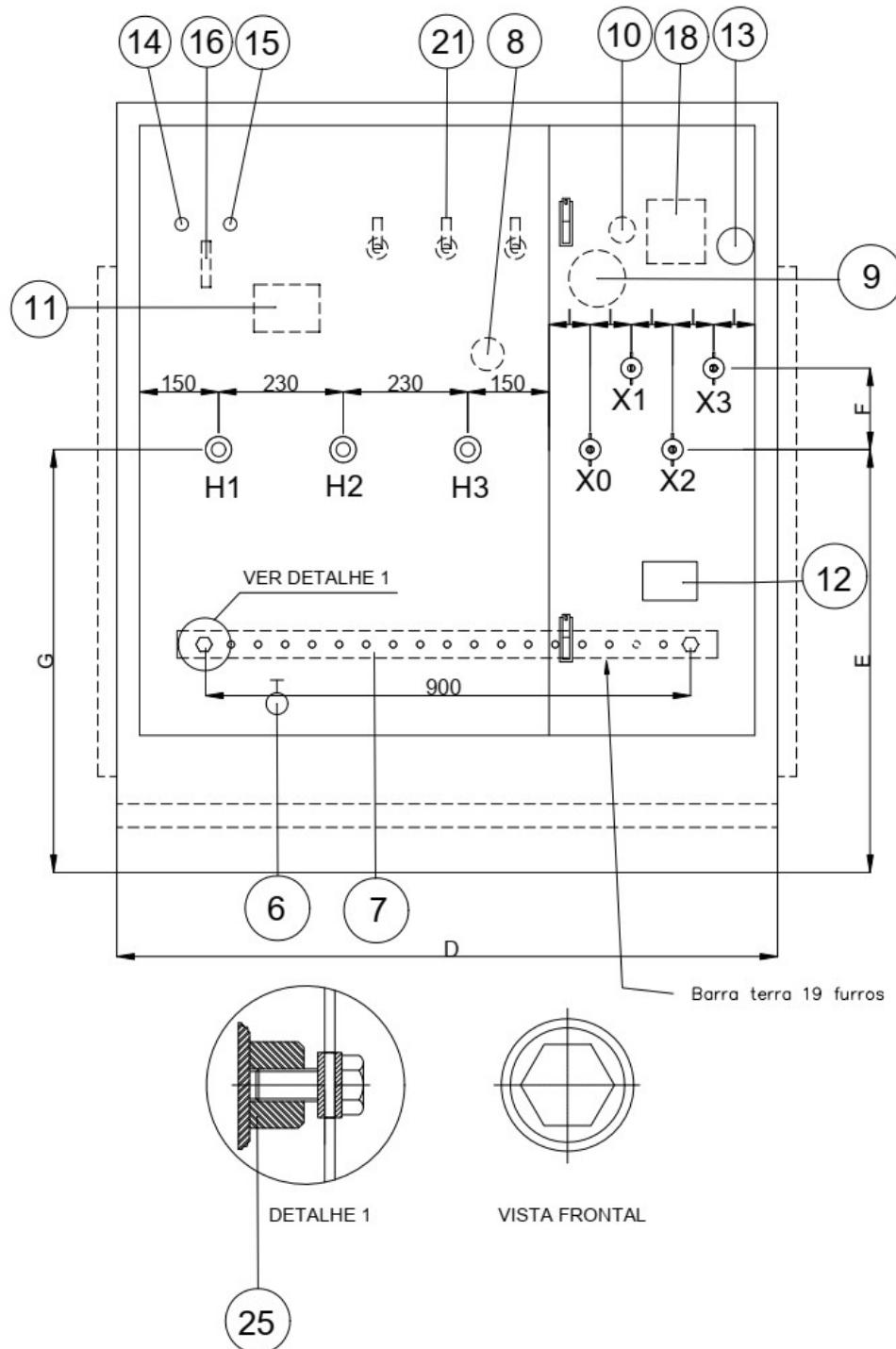


Figura 1 - Transformador pedestal radial - vista frontal

**DOCUMENTO INVÁLIDO SE IMPRESSO OU GRAVADO**



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

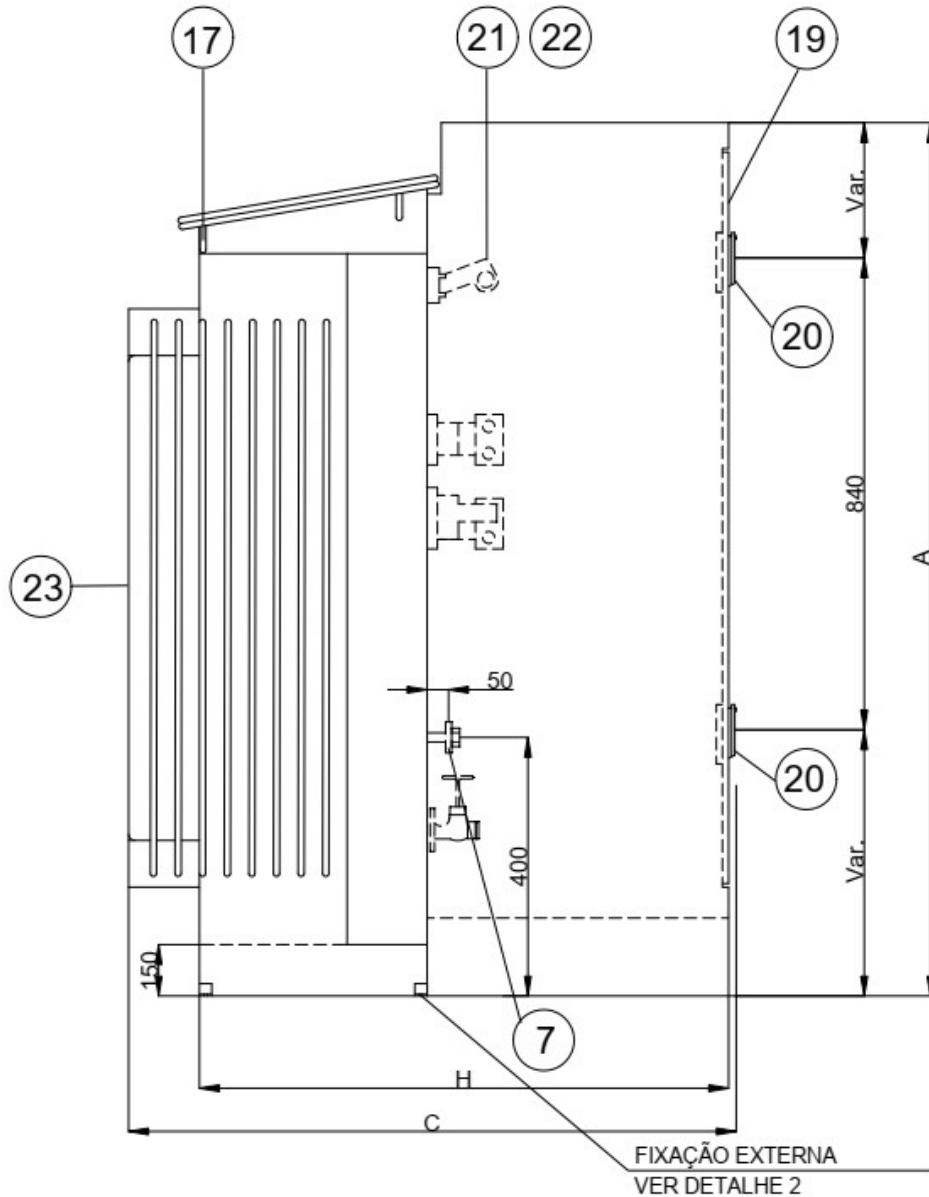


Figura 2 - Transformador pedestal radial – vista lateral



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

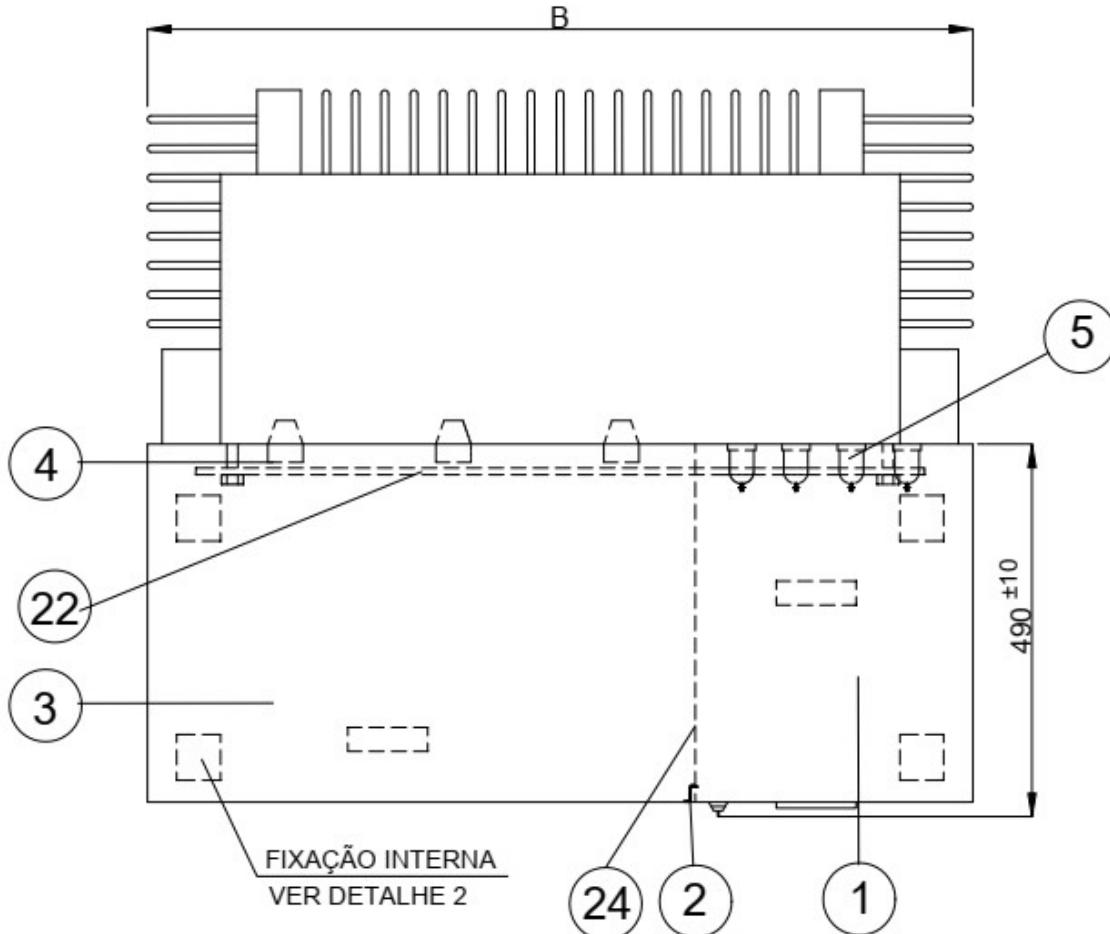
Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))



**Figura 3 - Transformador pedestal radial – vista superior**



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

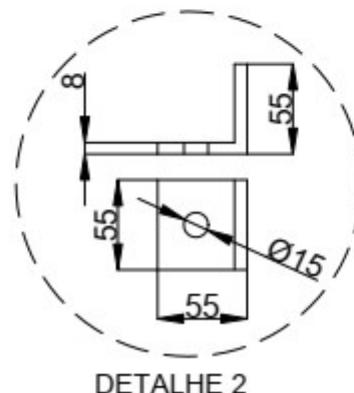
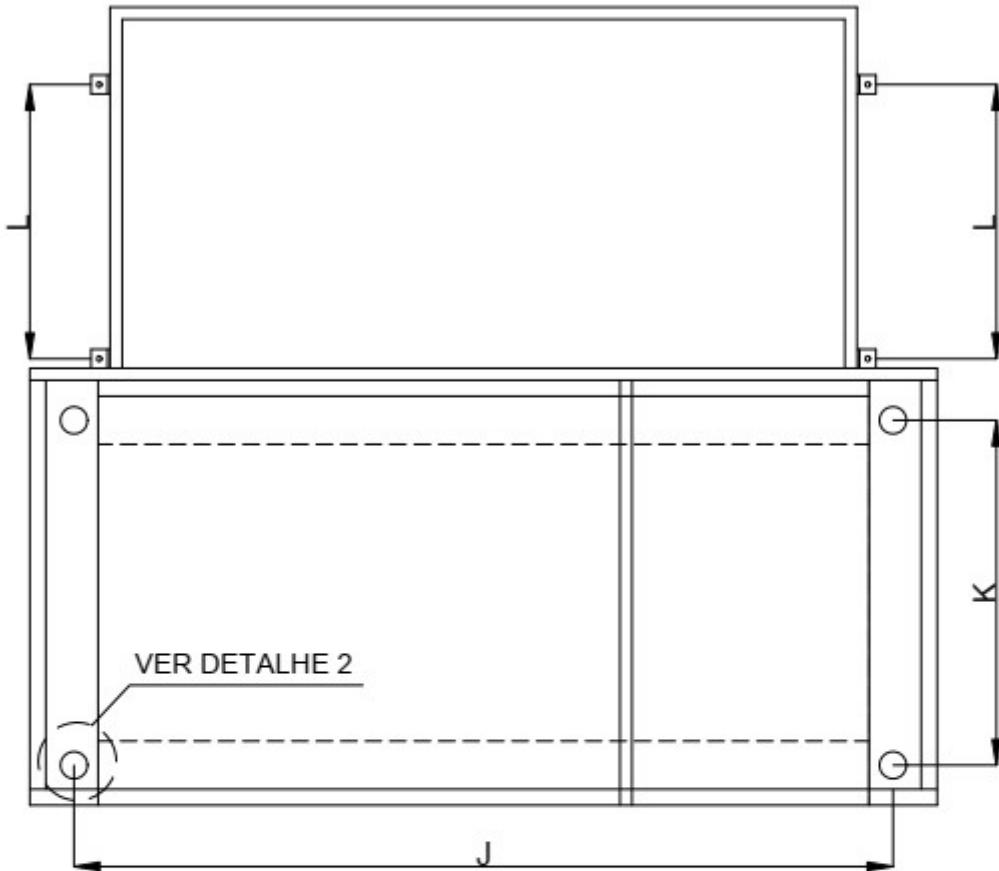
Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))



**Figura 4** - Transformador pedestal radial - vista inferior



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil  
Função Apoio: -  
Função Serviço: -  
Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

**Tabela 1 - Legenda para figuras 1 a 4**

Item	Descrição
1	Compartimento de terminais de baixa tensão
2	Sistema destrancamento do cubículo de média tensão
3	Compartimento determinais de média tensão
4	Bucha de cavidade de inserção de média tensão
5	Bucha de baixa tensão para transformador até 225 kVA ou Bucha e conector de baixa tensão para transformador de 300 e 500 kVA
6	Válvula de drenagem e retirada de amostra de óleo com bujão
7	Barra terra com 19 furos
8	Acionamento externo do comutador
9	Termômetro indicador de temperatura do óleo
10	Válvula de alívio de pressão
11	Placa de advertência interna na média tensão
12	Placa de advertência externa
13	Monômetro
14	Válvula para enchimento de gás
15	Conjunto de enchimento filtro prensa
16	Visor de nível de óleo
17	Olhal para suspensão do transformador completo com óleo
18	Placa de identificação
19	Porta do compartimento de média e baixa tensão
20	Fecho do cubículo de baixa tensão
21	Baioneta
22	Fusível limitador de corrente
23	Radiadores
24	Divisória da média e baixa tensão
25	Terminal de aterramento



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

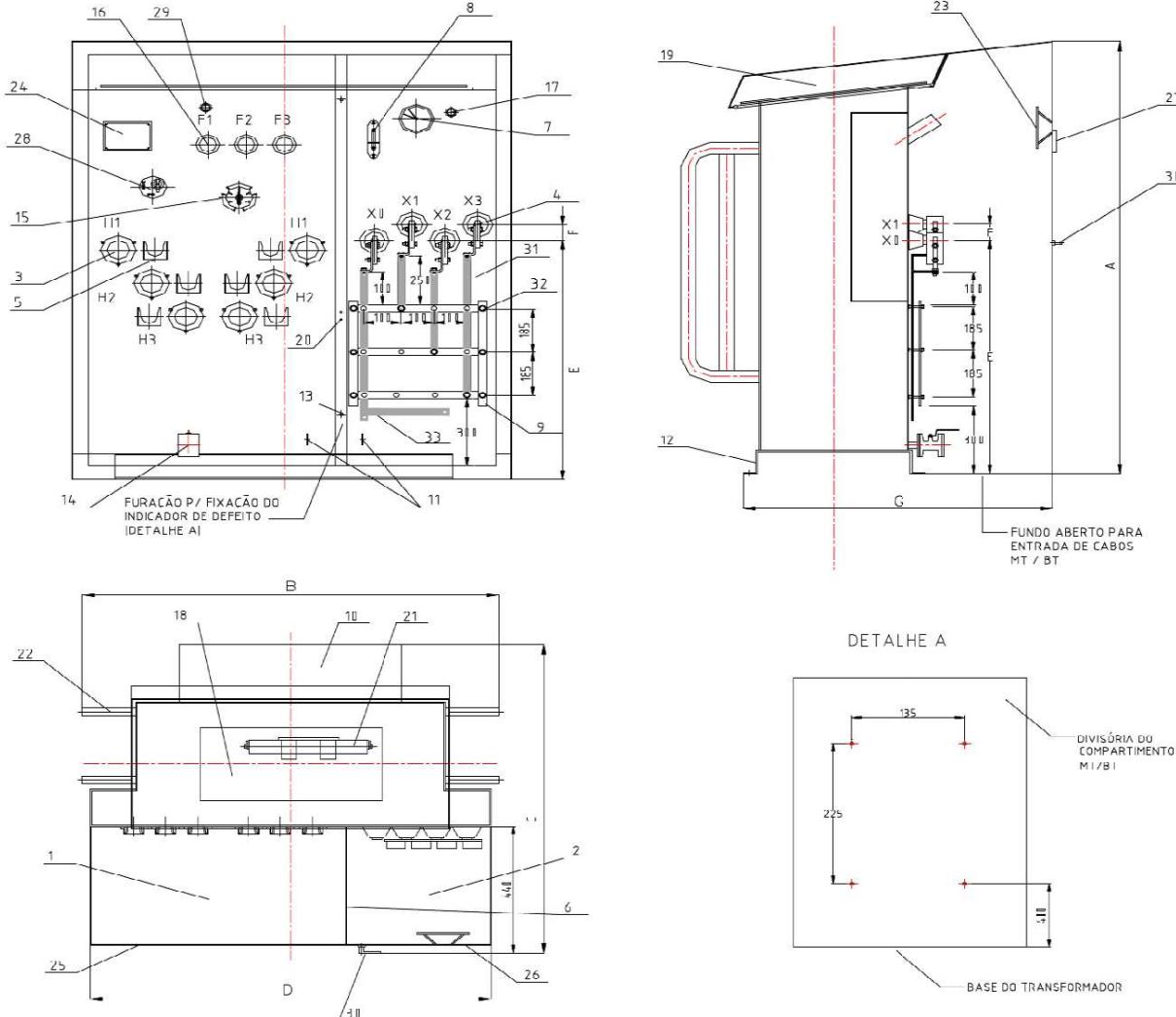
Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))



**Figura 5 - Transformador pedestal em anel**



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

**Tabela 2 - Código do material**

Item	Tipo	Tensão Nominal (kV)	Potência (kVA)	Tensão do primário (kV)	Tensão no secundário (V)	Tipo de óleo	Código CE/RJ	Código SP
1	Radial	25	300	23,1/22/21/19,9	220/127	Mineral	-	305425
2	Radial	25	150	23,1/22/21/19,9	220/127	Mineral	-	305426
3	Radial	25	75	23,1/22/21/19,9	220/127	Mineral	-	305427
4	Radial	15	75	13,8/13,2/12,6	220/127	Vegetal	-	302200
5	Radial	15	150	13,8/13,2/12,6	220/127	Vegetal	-	302201
6	Radial	15	500	13,8/13,2/12,6	220/127	Vegetal	-	302202
7	Radial	15	500	13,8/13,2/12,6	220/127	Mineral	-	305202
8	Radial	15	300	13,8/13,2/12,6	220/127	Vegetal	-	302237
9	Radial	15	500	13,8/13,2/12,6/3,985/3,785/3,585	220/127	Mineral	-	314160
10	Anel	15	75	13,8/13,2/12,6/12/11,4	220/127	Vegetal	111346	-
11	Anel	15	150	13,8/13,2/12,6/12/11,4	220/127	Vegetal	111347	-
12	Anel	15	300	13,8/13,2/12,6/12/11,4	220/127	Vegetal	111348	-
13	Anel	15	500	13,8/13,2/12,6/12/11,4	220/127	Vegetal	112173	-

**Tabela 3 - Dimensões dos transformadores radiais**

Potência (KVA)	A máx. (mm)	B máx. (mm)	C máx. (mm)	D máx. (mm)	E mín. (mm)	F máx. (mm)	G Mín. (mm)
75	1420	1130	995	1225	780	150	780
150	1510	1210	1030	1225	780	150	780
300	1700	1520	1220	1330	1020	210	980
500	1800	1760	1340	1330	1070	210	1070
Potência (KVA)	H máx. (mm)	I mín. (mm)	J±10 (mm)	K±10 (mm)	L±10 (mm)	Óleo (L)	Massa total (kg)
75	840	76	1020	430	300	250	880
150	870	76	1020	430	300	352	1045
300	1020	105	1120	430	300	610	1720
500	1080	105	1120	430	300	910	2780

**Tabela 4- Dimensões dos transformadores em anel**

Potência (KVA)	A máx. (mm)	B máx. (mm)	C máx. (mm)	D máx. (mm)	E mín. (mm)	F máx. (mm)	G Mín. (mm)	Massa (kg)
75	1420	1130	995	1365	780	150	840	880
150	1510	1210	1030	1365	780	150	870	1045
300	1700	1520	1300	1470	1020	210	1020	1720
500	1800	1760	1340	1470	1070	210	1080	2780

**DOCUMENTO INVÁLIDO SE IMPRESSO OU GRAVADO**



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil  
Função Apoio: -  
Função Serviço: -  
Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

## 7.1 Características Gerais

Os transformadores deverão ser instalados sobre bases de concreto localizadas em praças, jardins de imóveis (recuo) ou outros locais que disponham de espaços adequados. Nessas instalações podem ocorrer eventuais contatos de pessoas ou animais com as partes metálicas externas dos transformadores que, para tanto, devem ser adequadamente projetados e protegidos para evitar acidentes, sendo que o compartimento dos terminais de alta e baixa tensão deve apresentar grau de proteção IP54 ou superior.

### 7.1.1. Condições ambientais

As condições normais de funcionamento devem estar de acordo com as especificadas na NBR 5356 partes de 1 a 5 e devem ser consideradas condições normais as seguintes:

- a) Temperatura ambiente não superior a 40°C e temperatura média, em qualquer período de 24 horas, não superior a 30°C;
- b) Altitude não superior a 1000 m;
- c) Tensão de alimentação aproximadamente senoidal e tensões de fase, que alimentam um transformador polifásico, aproximadamente iguais em módulo e defasagem;
- d) Corrente de carga aproximadamente senoidal e fator harmônico não superior a 0,05 pu, conforme NBR 5356;
- e) Os transformadores devem ser projetados para funcionamento como abajadadores;
- f) Instalação no nível do solo, onde há possibilidade de submersão de qualquer natureza.

## 7.2 Características construtivas

### 7.2.1. Características gerais

- a) O transformador consiste, basicamente, de um tanque, um compartimento de entrada dos cabos de média tensão (compartimento de média tensão) e um compartimento de saída dos cabos de baixa tensão (compartimento de baixa tensão). Estes três componentes deverão ser reunidos em uma única unidade, a prova de tempo e resistente aos agentes atmosféricos. Cada um dos compartimentos deve possuir uma porta;
- b) O transformador não deve possuir parafusos ou dispositivos de fechamentos(dobradiças) que possam ser removidos externamente assim como não deve possuir aberturas que permitam a introdução de objetos estranhos, tais como fios, hastas, etc.;
- c) O transformador deve ser construído de modo a permitir seu levantamento e seu deslocamento sem implicar em problemas com os cabos de entrada/saída;
- d) O transformador deve ser construído de maneira a não possibilitar a acumulação de água na parte superior da tampa, através de inclinação da mesma e, também, a penetração de água em seu interior, em condições normais de operação;
- e) Todas as junções metálicas devem ser soldadas externamente (radiadores, fundos com laterais, etc.);
- f) Os materiais isolantes dos transformadores devem ser da classe A (105°C), conforme a norma NBR IEC 60085;
- g) As porcas e cabeças de parafusos utilizados na construção dos transformadores devem estar providas de tratamento mecânico adequado, não sendo permitidas peças zincadas na parte interna do transformador.



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil  
Função Apoio: -  
Função Serviço: -  
Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

### 7.2.2. Características do tanque

- a) O tanque deve ser de construção selada, de chapas de aço, com espessuras indicadas na Tabela 5;
- b) A chapa do tanque deve estar de acordo com as normas NBR 6648, NBR 6649, NBR 6650 e NBR 11888, no que for aplicável;
- c) As chapas dos radiadores devem estar de acordo com as normas NBR 5906 e NBR 5915 parte 1 e 2 e no caso de tubos devem resistir aos ensaios previstos na norma NBR 5356;
- d) O tanque deve ter dimensões e formato de maneira que a pressão interna no espaço gasoso resultante de operação à potência nominal, após estabilização térmica, não exceda a 0,05 MPa (0,5 kgf/cm<sup>2</sup>);
- e) O tanque deve resistir à pressão interna de 0,07 MPa (0,7 Kgf/cm<sup>2</sup>), sem deformação permanente, e a 0,09 MPa (0,9 kgf/cm<sup>2</sup>), sem ruptura ou deslocamento de componentes do transformador e sem afetar a segurança do mesmo;
- f) O nível do líquido isolante a 25°C deve ser marcado internamente no tanque, em baixo ou em alto relevo e pintado com tinta indelével, contrastando com a pintura interna, e deve estar no mínimo, 50 mm acima da parte viva de maior cota em relação ao fundo do tanque;
- g) A tolerâncias para as espessuras das chapas devem estar em conformidade a ABNT NBR 6650.

Tabela 5 - Espessura das Chapas

Utilização		Espessura (mm)
Tanque	Paredes Laterais	6,30
	Tampa	6,35
	Fundo	9,53
Radiadores	Tubo	1,60
	Aleta/painel corrugado	2,25(*)
Compartimento/gabinete		2,65

**Nota (\*):** O proponente pode construir radiador aleta com chapa de 1,8 mm, desde que se utilize Chapa de aço carbono SAE J403 1006-2001 Cosipa, Solda continua (costura) nas cabeceiras e laterais e Pontos de solda nos canais, longitudinal a cada 10 mm.

### 7.2.3. Características dos Compartimentos

- a) Código IP 54, de proteção contra poeira e projeções de água, conforme ABNT NBR IEC 60529;
- b) Código IK 10, de proteção a impactos, conforme ABNT NBR IEC 62262.
- c) As chapas do gabinete, incluindo as portas, devem ter espessura mínima conforme especificado na Tabela 5 e suportar os ensaios de integridade do gabinete citados;
- d) Os compartimentos de baixa e de média tensão deve ser localizados lado a lado, em uma das laterais maiores do transformador. Olhando para os compartimentos do transformador, o correspondente a baixa tensão deve estar situado à direita;
- e) As chapas de aço dos compartimentos devem estar de acordo com as normas NBR 6648, NBR 6649, NBR 6650, NBR 11888 no que for aplicável;
- f) Os compartimentos de baixa e de média tensão devem ter portas de acesso independentes. A abertura da porta do compartimento de média tensão somente pode ser feita posteriormente a abertura da porta



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil  
Função Apoio: -  
Função Serviço: -  
Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

do compartimento de baixa tensão, através da remoção de um ou mais dispositivos de travamento. Estes dispositivos só poderão ser removidos com o uso de ferramentas;

- g) Os compartimentos de baixa e de média tensão deve ser separados por uma barreira metálica removível;
- h) O transformador deve ser construído de maneira a possibilitar a remoção das portas dos compartimentos após a abertura das mesmas;
- i) Para transformadores tipo 1, a porta do compartimento de baixa tensão deve ter fechos especiais de acordo com o item 8.4 e possibilitar a colocação de cadeado conforme item 8.3;
- j) Para transformadores tipo 2, as portas dos compartimentos deverão ser providas de dispositivos de fechamento equipados com fechaduras do tipo YALE e dispositivo para cadeado;
- k) As portas dos compartimentos de média e de baixa tensão devem permitir uma abertura mínima de 120° para transformadores tipo 1 e 90° para transformadores tipo 2. Estas portas devem ter dispositivos que possibilitem:
  - O aterramento das mesmas, através de fios ou cordoalhas de cobre estanhadas e que permitam desconexões para remoção das portas;
  - A fixação das portas na posição aberta de maneira a impedir o seu fechamento indevido.
- l) As dobradiças das portas deverão ser embutidas.
- m) Os barramentos de AT e BT devem receber isolação contrátil à frio, com classe de isolação igual ou maior a classe de isolamento do equipamento;
- n) Os suportes das chaves devem possuir condições de fixação e instalação que permita intercambialidade;
- o) Os transformadores não devem possuir aberturas que permitam a introdução pela parte externa de objetos estranhos, como fios, hastas, etc.;
- p) O compartimento de BT deve estar localizado do lado direito do transformador, em relação ao observador que se encontra de frente para as portas dos compartimentos. A parte interna da porta do compartimento de BT deve possuir suporte para, no mínimo, 03 fusíveis NH e para o Manual de Operação do transformador.

#### 7.2.4. Características da tampa

- a) A tampa deve ser construída de chapas de aço com espessura indicada na Tabela 5 e poderá ser soldada ou parafusada;
- b) Se a tampa for soldada, a tampa e as bordas do tanque devem ser dimensionadas de forma a permitir a colocação de grampo para o fechamento do tanque para os ensaios preliminares, antes da soldagem (borda de aproximadamente 60 mm). A tampa, após a realização desses ensaios, deve ser soldada ao tanque;
- c) As soldas devem ser feitas de maneira a facilitar a sua remoção, quando necessária, através de esmerilhamento ou outro processo, bem como evitar, também, a entrada de fagulhas no interior do tanque por meio de guarnição de material não inflamável que não afete e nem seja afetada pelo líquido isolante. A tampa deve ser 10mm menor que a borda do tanque;
- d) Se a tampa for aparafusada, então, deverá possuir um dispositivo de segurança devidamente apropriado para impedir o acesso e retirada dos parafusos de fixação. A retirada da fixação deste dispositivo deverá ser feita somente pela parte interna dos compartimentos de alta e baixa tensão;
- e) Os transformadores devem ser providos de tampa de inspeção que permita acesso à parte ativa e substituição dos fusíveis limitadores de corrente, com fixação por intermédio de parafusos, devendo garantir a estanqueidade, não sendo permitido em hipótese alguma o uso de solda como meio de fechamento da mesma;



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil  
Função Apoio: -  
Função Serviço: -  
Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

- f) Os transformadores devem apresentar uma inclinação na sua tampa superior, de maneira a evitar acúmulo de água, dirigindo o seu escoamento para parte posterior do tanque.

#### 7.2.5. Características da base

- A projeção do tanque sem radiadores e acessórios deve estar contida no contorno da base do transformador e de acordo com o desenho fornecido por ocasião da proposta;
- O transformador deve ser fornecido com, no mínimo com 4 dispositivos de fixação em sua base, que devem ser localizadas internamente aos compartimentos de média e baixa tensão. Caso seja solicitado na Licitação/Contrato o transformador dever ser fornecido com 2 dispositivos adicionais de fixação externa, localizados de acordo com a Figura 3.

#### 7.2.6. Características da guarnição

- Os materiais de vedação dos transformadores em borracha nitrílica devem possuir alto teor de acrilonitrila (>35 %) conforme a ASTM D297. O material e o fabricante das guarnições e/ou juntas de vedação devem ser aprovados previamente pela Enel Grids Brasil. O fabricante deve indicar a composição básica do material utilizado e apresentar certificados de ensaios das características físico-químico (densidade, dureza, cinzas, enxofre livre, deformação permanente, envelhecimento, resistência à tração, aos raios UV, a água e compatibilidade com o óleo mineral ou vegetal isolante), solicitados por ocasião da aprovação, fornecidos por um instituto oficial;
- O material usado nas guarnições não deve afetar e nem ser afetado pelo líquido isolante nas condições de operação do transformador, conforme NBR 5356;
- O projeto das juntas deve ser tal que preserve e sele as guarnições, protegendo-as contra a ação de água, ambientes corrosivos e assegure às juntas estanqueidade ao líquido isolante e à água;
- Algumas guarnições, quando danificadas durante o transporte, devem ser substituídas no local. O fabricante deve fornecer as guarnições a serem substituídas e executar os serviços necessários para colocar o transformador em serviço, sem ônus para a Enel Brasil.

#### 7.2.7. Características do líquido isolante

O Fabricante do transformador deve informar todos os cuidados que se deve ter no manuseio, transporte, armazenamento, tratamento e preenchimento do óleo.

O óleo isolante a ser utilizado nos transformadores pode ser óleo mineral parafínico, naftênico ou vegetal, tratado com equipamento termovácuo, e deverá ser colocado sob vácuo no transformador.

Os materiais isolantes dos transformadores devem ser da classe A (105 °C), conforme ABNT NBR IEC 60085 e devem ser compatíveis com o óleo isolante, conforme a ABNT NBR 14274 e NBR 16431.

Para análise de gases dissolvidos em óleo (Cromatografia), antes da retirada da amostra a ser submetido à análise, o transformador deverá ser energizado com tensão nominal, em vazio, por um período mínimo de 12 horas.

A amostra de óleo deverá ser coletada após este período de 12 horas e após a realização de todos os ensaios elétricos. Caso sejam necessárias intervenções como soldagens ou ensaios complementares no equipamento, uma nova amostra deverá ser retirada para análise. A coleta deve ser feita utilizando uma



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil  
Função Apoio: -  
Função Serviço: -  
Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

seringa de vidro, e a amostra deve ser submetida à análise cromatográfica conforme as normas NBR 7070 ou ASTM D3612/02.

#### 7.2.7.1. Óleo Vegetal Isolante

Óleo vegetal deve ser fornecido de acordo com a ABNT NBR 15422 e os valores de qualidade do óleo deverão atender a norma supracitada antes do contato com o equipamento.

O óleo vegetal deve possuir as características após contato com o equipamento conforme o estabelecido na ABNT NBR 16518 para equipamentos novos pós preenchimento.

Em todos os casos, o teor de PCB no óleo isolante deverá ser apresentado para cada lote de óleo utilizado e não deve ser detectável, ou seja, < 2 mg/kg, quando for ensaiado conforme a NBR 13882.

O óleo vegetal deve ter aparência clara e límpida, ser isento de materiais em suspensão ou sedimentação. O mesmo deve ser certificado como facilmente biodegradável conforme OECD 301B e não tóxico conforme OECD 203.

Valores para gases dissolvidos em óleo vegetal (cromatografia):

Somatória de gases combustíveis CO, CH<sub>4</sub> e C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>: <200 ppm

Acetileno (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>): Não detectável

Oxigênio (O<sub>2</sub>): < 5.000 ppm

A Enel não permite a mistura ou contaminação do óleo vegetal com qualquer outro tipo de óleo.

**Nota 1:** A Enel se reserva o direito de realizar a contraprova dos resultados apresentados a qualquer momento, ficando a critério do inspetor a escolha da(s) unidade(s) onde serão coletadas as amostras e o Fabricante deve enviar as amostras para a Enel, que realizará os ensaios.

#### 7.2.7.2. Óleo Mineral Isolante

O óleo mineral isolante a ser utilizado nos transformadores pode ser óleo mineral parafínico, naftênico, tratado com equipamento termovácuo, e deverá ser colocado sob vácuo no transformador.

O óleo parafínico (óleo tipo B), antes do contato com o equipamento, deve estar de acordo com a resolução ANP nº 900 de novembro de 2022 – Dou de 23-11-2022, inibido com (max 0,33+/-0,03) % de DBPC (2,6-di-terciário-butil paracresol) em massa.

O óleo naftênico (tipo A), antes do contato com o equipamento, deve estar de acordo com a resolução ANP nº 900 de novembro de 2022 – Dou de 23-11-2022, inibido com (max 0,33+/-0,03) % de DBPC (2,6-di-terciário-butil paracresol) em massa;

O óleo mineral deve possuir as características após contato com o equipamento conforme o estabelecido na ABNT NBR 10576 para equipamentos novos pós preenchimento.

Em todos os casos, o teor de PCB no óleo isolante deverá ser apresentado para cada lote de óleo utilizado e não deve ser detectável, ou seja, < 2 mg/kg, quando for ensaiado conforme a NBR 13882.

Valores para gases dissolvidos em óleo mineral (cromatografia):

Somatória de gases combustíveis CO, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> e C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>: <200 ppm

Acetileno (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>): Não detectável

Oxigênio (O<sub>2</sub>): < 5.000 ppm



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil  
Função Apoio: -  
Função Serviço: -  
Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

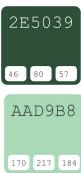
### 7.2.8. Pintura interna

- a) Preparação da superfície: logo após a fabricação do tanque, as impurezas devem ser removidas através de processo adequado;
- b) Tinta de fundo: deve ser aplicada base antiferruginosa na cor branca, que não afete e nem seja afetada pelo líquido isolante, com espessura seca total mínima de 40 µm.

### 7.2.9. Pintura externa

- a) Pinturas externas para qualquer agressividade de ambiente;
- b) Preparação da superfície: logo após a fabricação do tanque, as impurezas devem ser removidas através de processo químico ou jateamento abrasivo ao metal quase branco, padrão visual Sa 2 1/2 da norma SIS 05.5900;
- c) Tinta de fundo: deve ser aplicada base com primer epóxi-poliamida/óxido de ferro bicomponente, com espessura seca total mínima de 80 µm;
- d) Tinta de acabamento: deve ser aplicado esmalte poliuretano alifático bicomponente, com espessura seca total mínima de 70 µm, nas cores abaixo, conforme tipo de óleo, devendo suportar os ensaios previstos na norma e ensaio de resistência atmosférica úmida:

- a. Mineral: Munsell 2,5 G 3/4
- b. Vegetal: Munsell 5G 8/4



### 7.2.10. Núcleo

- a) O núcleo deve ser construído de laminados planos de aço de grão orientado para fins elétricos, com envelhecimento máximo admissível de 5 % conforme norma NBR 5161, tratadas e isoladas entre si e, se necessário, para garantir o isolamento, receber isolamento adicional apropriado para núcleos imersos em líquidos isolantes. Não se aceita o isolamento com papel entre lâminas ou entre pacotes de lâminas. O produto laminado deve satisfazer aos ensaios prescritos na norma NBR 5161;
- b) Os laminados devem ser presos no lugar por uma estrutura apropriada que sirva para centrar, firmar e retirar a parte ativa do tanque. Não são permitidas culatras de madeira para prensagem do núcleo;
- c) Para fins de ligação a terra, o núcleo deve ter ligação elétrica ao tanque, através de fita de cobre;
- d) Os tirantes usados na fixação dos laminados devem ser isolados.

### 7.2.11. Enrolamentos e isolamentos

- a) Os enrolamentos de alta tensão devem ser constituídos de fios de cobre. Os enrolamentos de baixa tensão poderão ser constituídos ou de fios de cobre ou de chapas de cobre ou de alumínio;
- b) Os enrolamentos e isolamentos devem ser projetados e construídos de forma a resistirem sem danos, em quaisquer condições de carga e de tensão, todos os esforços mecânicos, efeitos térmicos e solicitações dielétricas, aos quais poderão estar sujeitos durante a operação do transformador;
- c) Todos os condutores empregados nas bobinas, que tenham seção retangular, devem estar isentos de rebarbas que possam ser prejudiciais à isolamento;
- d) Todos os enrolamentos do transformador devem ser de isolamento total para a terra, salvo estipulado em contrário por ocasião da consulta, axialmente prensados, eficaz e uniformemente em toda a volta, tanto



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil  
Função Apoio: -  
Função Serviço: -  
Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

os de tensão primária como os de tensão secundária, sem apresentar folgas ou esmagamentos. As espiras não devem apresentar variações de diâmetro ou folgas que possam facilitar os deslocamentos ou vibrações das mesmas;

- e) Os materiais isolantes e compostos de impregnação devem ser compatíveis entre si e não devem afetar nem serem afetados pelo líquido isolante, nem sofrer deterioração indevida, quando submetidos à temperatura resultante da operação do equipamento em regime contínuo de carga, que ocasiona uma elevação de temperatura que atinja os limites estabelecidos no item 5.9.8;
- f) Deve ser usado somente papel "kraft" neutro ou papel para fins elétricos que não seja fenólico. É permitido o uso de papel "kraft" neutro parcialmente impregnado com verniz epóxi de tal forma a permitir a impregnação do papel com líquido isolante do transformador;
- g) Os enrolamentos (fios) isolados por papel "kraft" neutro não devem ser impregnados com verniz isolante;
- h) O fabricante deve mencionar a seção dos condutores com suas respectivas dimensões, o número de espiras e o peso para todos os enrolamentos. Os fios de baixa tensão devem ser isolados somente em papel "kraft" neutro, assim como os fios de média tensão dos transformadores de potências nominais iguais ou superiores a 150 kVA. Os fios de cobre isolados em papel devem estar de acordo com a classe de tensão, devendo, também, o fabricante fornecer o certificado de aprovação dos mesmos, com os seguintes ensaios:
  - Rigidez dielétrica;
  - Resistência elétrica;
  - Alongamento à ruptura;
  - Uniformidade da isolação, indicando 0 número de camadas, a espessura e a largura das fitas e sentido da isolação.
- i) No caso dos transformadores de 75 e 150 kVA será permitido o uso de fio de cobre esmaltado nos enrolamentos de média tensão, devendo o fabricante fornecer o certificado de aprovação dos mesmos, com os seguintes ensaios:
  - Rigidez dielétrica;
  - Resistência elétrica;
  - Alongamento à ruptura;
  - Resistência ao óleo do transformador;
  - Continuidade da película de esmalte.

### 7.2.12. Condutores e terminais

- a) Os condutores internos e partes vivas devem ser providos de reforços adequados e instalados com comprimentos tais que possibilitem reparos. Todos os condutores terminais devem ser isolados. Todas as ligações entre os condutores terminais e os terminais de enrolamentos devem ser feitos com solda forte, sendo que qualquer outro sistema de ligação deve ser submetido à aprovação da Enel Brasil;
- b) Todos os furos em material laminado, através dos quais devem passar condutores, devem ser embuchados com porcelana não porosa ou resina epóxi. No caso de passagem de condutores terminais isolados através de suporte, os mesmos devem ser embuchados com tubos isolantes de espessura e comprimento apropriados para prevenir, em qualquer circunstância, descarga disruptiva pelas superfícies ou através dos suportes. Qualquer outro material deve ser submetido à aprovação prévia;
- c) Os terminais de saída devem ser construídos de maneira a impedir o escapamento de líquidos isolantes por vazamento através das buchas de porcelana;



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil  
Função Apoio: -  
Função Serviço: -  
Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

- d) As ligações entre os condutores terminais e os terminais de enrolamento, devem estar totalmente imersas no líquido isolante;
- e) Para transformadores tipo 1, as buchas do tipo parafuso central, utilizadas como terminais devem ser projetados levando-se em consideração o especificado no item b) desta seção. Os parafusos dos flanges das buchas, se houver, e as respectivas guarnições devem ficar do lado de fora do tanque de modo que seja possível apertar as guarnições sem remover a tampa do transformador. O fabricante deve especificar o torque de aperto tanto para as buchas do tipo parafuso central, bem como para os parafusos que fixam a bucha;
- f) Para transformadores tipo 2, os terminais, em número de seis (sistema em anel) serão do tipo cavidade para inserção *bushing well* (poço), própria para terminais desconectáveis tipo cotovelo classe 15 kV para operação sem carga *load break*. Deverá ser fornecido para cada bucha o plugue de inserção *bushing insert*, para conexão com os terminais desconectáveis e o capuz isolante que deverá ser mantido no terminal até à sua colocação em serviço. Os componentes acima mencionados são de capacidade nominal de 200 A e deverão obedecer a norma ANSI / IEEE 386;
- g) Os condutores terminais e terminais de enrolamentos devem ser fixados rigidamente à parte ativa, por meio de material sólido, não sendo permitido o uso de quaisquer amarrações, pregos, etc.

### 7.2.13. Dispositivos de proteção

- a) Os transformadores deverão ser fornecidos com fusíveis do tipo expulsão em série com fusíveis do tipo limitador de corrente, em cada fase;
- b) Os fusíveis de expulsão deverão ser instalados em baionetas fixadas nas paredes do compartimento de média tensão com extremidades acessíveis externamente, de modo a permitir a instalação/retirada destes fusíveis em campo;
- c) Os fusíveis limitadores de corrente deverão operar imersos em óleo isolante e serem instalados em base apropriada;
- d) Os fusíveis limitadores de corrente não devem operar para defeitos externos ao transformador (curtos nos circuitos secundários);
- e) O fornecedor deverá descriminar os fusíveis (tipo, fabricante, corrente nominal, etc.) e comprovar a efetiva operação dos mesmos para proteção do transformador;
- f) Os transformadores devem possuir uma chave tripolar de abertura em carga, com interrupção no óleo isolante, operada por bastão de manobra, localizada entre os terminais de AT e os fusíveis de expulsão e limitador de corrente com corrente nominal compatível com a dos transformadores e com corrente de curto-circuito de 10 kA;
- g) O fusível tipo expulsão instalado em base tipo baioneta, deve ser do tipo Dual Sensing e ter características elétricas compatíveis com as do limitador de corrente. O fusível tipo expulsão (baioneta) e o fusível limitador de corrente, devem atuar para curtos-circuitos de média e alta intensidade de corrente e terem uma capacidade de interrupção mínima de 10 kA.

### 7.2.14. Buchas

- a) As buchas de tensão primária devem ser desconectáveis do tipo cavidade de inserção curta, tensão nominal 15/25 kV, corrente nominal 200 A, de acordo com o item 8.5 e norma NBR 11835. As buchas devem ser fornecidas com uma cobertura protetora de acordo com o item 8.5;
- b) As buchas secundárias, em função da potência do transformador, deverão ser dos seguintes tipos:
  - 75 kVA - Bucha 1,3 kV- 400 A, conforme item 8.6;



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil  
Função Apoio: -  
Função Serviço: -  
Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

- 150 kVA - Bucha 1,3 kV - 800 A, conforme item 8.6;
  - 300 e 500 kVA - Bucha secundária, conforme o item 8.7.
- c) Os flanges para fixação das buchas de tensão primária e de tensão secundária devem ser usinados rebaixos com 2 mm de profundidade para alojamento das guarnições;
- d) As buchas do tipo parafuso central devem ser projetadas de modo a impedir que o parafuso central gire dentro da porcelana ao se apertar suas porcas de qualquer extremidade;
- e) O proponente deve informar o(s) nome(s) do(s) fabricante(s) das buchas desconectáveis. A Enel Brasil reserva o direito de aprovar o(s) fabricante(s) indicado(s), assim como de exigir ou não os ensaios das buchas;
- f) A localização das buchas no transformador deve estar de acordo com a Figura 3.

#### 7.2.15. Flanges para buchas de cavidade

Os transformadores devem ser providos de flanges para fixação de buchas de cavidade primárias de acordo com o item 8.8.

#### 7.2.16. Terminais para aterramento

Os transformadores de 300 e 500 kVA devem ser fornecidos com conectores terminais secundários, que possibilitem as conexões dos cabos, conforme o item 8.9.

#### 7.2.17. Comutador de derivações

- a) Para mudança de derivação deve ser utilizado um comutador de derivações, com mudança simultânea nas três fases, para operação sem tensão e com acionamento externo localizado no cubículo de média tensão;
- b) A rigidez dielétrica mínima do material do sistema de comutação deve ser de 10 kV/mm;
- c) O mecanismo de operação deve permitir o tratamento do comutador em qualquer uma das posições, sendo estas perfeitamente identificáveis através do diagrama de ligações da placa;
- d) O comutador deve ser submetido à aprovação prévia da Enel Brasil e estar de acordo com o item 8.10.

#### 7.2.18. Marcações

- a) A marcação interna dos terminais da parte ativa deve ser feita de modo a permitir a identificação de maneira permanente da fase a que pertence;
- b) Marcação interna aos compartimentos:
  - A marcação dos terminais de média e alta tensão (superfície externa do tanque) deve estar de acordo com a disposição e localização da Figura 3;
  - A tensão de despacho deve ser identificada ao lado das buchas e próxima ao comutador A.T., sinalizando a respectiva posição neste;
  - As marcações devem ser feitas em tinta, com caracteres possuindo altura não inferior a 30 mm e imediatamente acima dos terminais.
- c) Marcação externa:
  - No lado externo da porta do compartimento de baixa tensão, devem ser pintadas as seguintes características: potência em kVA, número de patrimônio "n° T" (Enel SP)<sup>1</sup>. Os caracteres para esta marcação devem possuir altura não inferior a 30 mm;

**Nota<sup>1</sup>:** Número de patrimônio fornecido do momento do pedido de compra pela área responsável.



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil  
Função Apoio: -  
Função Serviço: -  
Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

- O transformador deve ter adesivos aplicados no tanque indicando que o equipamento elétrico não contém PCB. Este adesivo deve ser de material resistente a intempéries e óleo mineral ou vegetal isolante e conforme o anexo 8.2.

#### **7.2.19. Dimensões e massas**

As dimensões dos transformadores devem estar de acordo com o indicado na Figura 3. O fabricante deve indicar a massa (em kg) dos transformadores.

#### **7.2.20. Válvula globo para drenagem do líquido isolante**

O transformador deve ser provido de válvula globo para ligação ao filtro-prensa, utilizada para drenagem do líquido isolante, localizada no compartimento de média tensão, e que deve estar de acordo com o item 8.11.

#### **7.2.21. Bujão para enchimento do líquido isolante (ligação filtro-prensa)**

O transformador deve ser provido de bujão, para ligação ao filtro-prensa, utilizada para enchimento do líquido isolante, localizado no compartimento de média tensão, conforme item 8.12.

#### **7.2.22. Indicador de nível de líquido isolante**

- a) O transformador deve ser provido de indicador de nível de líquido isolante instalado no compartimento de média tensão, conforme o item 8.13;
- b) O nível do indicador de líquido isolante a 25°C deve estar, no mínimo, 50 mm acima das partes vivas;
- c) O fabricante deve apresentar as características e os desenhos correspondentes ao indicador de nível de líquido isolante que deve ser submetido à aprovação prévia.

#### **7.2.23. Termômetro tipo indicador para líquido isolante**

- a) O transformador deve ser provido de um termômetro graduado de 0 a 120°C que possua a indicação de temperatura máxima, através de ponteiro de arraste, com recurso externo para retorno, conforme o item 8.14;
- b) O termômetro deve ser instalado no compartimento de baixa tensão e indicar à temperatura próxima a superfície do líquido isolante, estando o seu sensor abaixo do nível de óleo mínimo;
- c) O fabricante deve apresentar as características e os desenhos correspondentes ao termômetro que deve ser submetido à aprovação prévia.

#### **7.2.24. Manômetro tipo indicador para gás inerte**

- a) O transformador deve ser provido de um manômetro tipo mostrador para gás inerte, instalado no compartimento de baixa tensão, que possua a indicação de pressão máxima, através de ponteiro de arraste, com recurso externo para retorno, conforme item 8.15;
- b) O fabricante deve apresentar as características e os desenhos correspondentes ao manômetro que deve ser submetido à aprovação prévia.



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil  
Função Apoio: -  
Função Serviço: -  
Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

### 7.2.25. Dispositivo de alívio de pressão

- a) Os transformadores devem ser providos de um dispositivo de alívio de pressão previsto para operação a pressão positiva de  $0,07 \pm 10\% \text{ MPa}$  ( $0,70 \pm 10\% \text{ Kgf/cm}^2$ );
- b) O dispositivo de alívio de pressão deve ficar localizado no compartimento de baixa tensão;
- c) O fabricante deve apresentar as características e os desenhos do dispositivo de alívio de pressão para serem submetidos à aprovação prévia;
- d) O fabricante deve demonstrar a eficiência do dispositivo de alívio de pressão proposto para os transformadores correspondentes;
- e) O dispositivo deve estar posicionado na horizontal, na parede do tanque do transformador, observada a condição de carga máxima de emergência do transformador de 200% e não pode, em nenhuma hipótese, dar vazão ao óleo expandido, conforme NBR 5440.

### 7.2.26. Dispositivo para enchimento de gás

O dispositivo para enchimento de gás deve estar conforme o item 8.16 e estar localizado no compartimento de média tensão.

### 7.2.27. Meios de suspensão da parte ativa e do transformador

O transformador deve possuir 4 orelhas para suspensão, permitindo o levantamento, com o líquido isolante em seu nível normal, da unidade completa ou eventualmente sem a tampa principal. As orelhas deverão estar posicionadas de maneira a não ultrapassar a borda do tanque permitindo a remoção da tampa por esmerilhamento sem danificá-la. A parte ativa deve possuir meios para sua suspensão que possibilitam a sua retirada do tanque do transformador em nível.

## 7.3 Características Elétricas

### 7.3.1. Tensão de despacho

Nos transformadores com três derivações, a tensão de despacho corresponde à derivação central ou intermediária;

- a) Nos transformadores com mais de três derivações, a tensão de despacho deve ser conforme a Tabela 6.

Tabela 6 – Tensão de despacho

Tensão do primário (V)	Tensão de Despacho (V)
13.800/13.200/12.600	13.200
13.800/13.200/12.600/12.000/11.400	13.800
13.800/13.200/12.600/11.950 (nota)	13.200
13.800/13.200/12.600/3.985/3.785/3.585	3.785
23.100/22.000/21.000/19.900	22.000



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil  
Função Apoio: -  
Função Serviço: -  
Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

**Nota:** A tensão de 11.950 V é necessária somente para códigos da Enel Distribuição Rio.

### 7.3.2. Níveis de Isolamento

Os níveis de isolamento dos transformadores estão indicados na Tabela 7.

**Tabela 7 – Níveis de isolamento**

<b>Tensão máxima do equipamento kV (eficaz)</b>	<b>Tensão suportável nominal à frequência industrial durante 1 minuto kV (eficaz)</b>	<b>Tensão suportável nominal de impulso atmosférico pleno/cortado kV (valor de crista)</b>	<b>Espaçamento mínimo no ar (mm)</b>	
			<b>Fase-Terra</b>	<b>Fase-Fase</b>
1,2	10	30	25	25
15,0	34	95	130	140
24,2	50	125	200	230

### 7.3.3. Frequência nominal

A frequência nominal é de 60 Hz.

### 7.3.4. Deslocamento angular e diagrama vetorial

Os transformadores devem ter os enrolamentos primários ligados em triângulo e secundários em estrela, sendo o deslocamento angular entre eles de 30°, com fases de tensão secundária atrasada em relação às correspondentes de tensão primária, conforme Figura 6.



**Figura 6 - Ligação dos transformadores**

### 7.3.5. Perdas, correntes de excitação e impedância de curto-circuito

- b) Os valores médios de perdas e correntes de excitação do lote devem ser garantidos pelo fabricante conforme Tabela 8, referidos à tensão máxima e para transformador com dupla classe de tensão deve ser na máxima das duas (13,8 e 3,985 kV). Os valores das perdas do cobre devem ser iguais ou inferiores à diferença entre os valores das perdas máximas totais e perdas máximas do ferro, indicadas na Tabela 8.
- c) A impedância de curto-circuito deve corresponder aos valores prescritos na Tabela 8, observadas as tolerâncias especificadas na NBR 5356, referidas à máxima tensão.



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil  
Função Apoio: -  
Função Serviço: -  
Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

**Tabela 8 - Características elétricas do material**

Classe de Tensão (kV)	Potência (kVA)	Correntes de excitação (%)	Perdas em vazio Po (W)	Perdas totais Pt (W)	Impedância de curto-circuito à 75°C
15	75	2,7	215	1125	3,5
	150	2,3	350	1880	3,5
	300	1,9	585	3275	4,5
	500	1,6	975	5459	5,0
24,2	75	3,2	230	1200	4,0
	150	2,6	380	2010	4,0
	300	2,1	620	3440	5,0
	500	1,8	1033	5733	4,8

- d) O fabricante deve declarar o valor percentual da corrente de excitação referente à corrente nominal do enrolamento em que é medido, conforme estipulado na Tabela 8;
- e) No transformador trifásico considera-se como corrente de excitação a média aritmética das correntes nas 3 (três) fases;
- f) A tolerância da corrente de excitação, em cada transformador é de 20% e a média aritmética obtida do lote não deve exceder o valor declarado pelo fabricante;
- g) O Fabricante deve levantar quatro pontos da curva de saturação do núcleo ( $V \times I$ ) e enviar Enel sendo:
  - Um ponto com 75% da tensão nominal;
  - Um ponto com 100% da tensão nominal;
  - Um ponto com 1 da tensão nominal;
  - Um ponto com 120% da tensão nominal.
- h) Com a tensão em 110% da tensão nominal a corrente de excitação medida não pode ser superior a 20% da corrente de excitação medida na tensão nominal, caso for superior o transformador estará reprovado;
- i) Os transformadores devem ser projetados e construídos para resistirem aos efeitos mecânicos e térmicos causados por curtos-circuitos externos, sob as condições especificadas na norma NBR 5356.

### 7.3.6. Limites de elevação de temperatura

Os limites de elevação de temperaturas devem ser conforme a Tabela 9.

**Tabela 9 – Elevações de temperatura**

Temperaturas	Limites de elevação de temperatura(°C)	
	Óleo Mineral	Óleo Vegetal
Média dos enrolamentos	55	65
Ponto mais quente dos enrolamentos	65	80
Óleo isolante (topo do óleo)	50	60
Temperatura de referência das perdas totais e impedância	75	85

### 7.3.7. Nível de ruído

O nível de ruído não deve exceder os valores da Tabela 10.

**DOCUMENTO INVÁLIDO SE IMPRESSO OU GRAVADO**



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil  
Função Apoio: -  
Função Serviço: -  
Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

Tabela 10 – Níveis de ruído

Potência nominal do transformador (kVA)	Nível médio de ruído dB(A)
75	51
150 a 300	55
500	56

### 7.3.8. Nível de tensão de radiointerferência

O nível de tensão de radiointerferência não deve ultrapassar a 250 µV.

## 7.4 Identificação

### 7.4.1. Placa de Identificação

Cada transformador deve ser provido de uma placa de identificação de aço inoxidável com espessura mínima de 0,8 mm, fixada ao respectivo suporte através de rebites de alumínio a uma distância mínima de 20 mm da superfície plana de montagem. A placa deve ser colocada em posição visível, internamente à tampa do compartimento de baixa tensão, conforme o item 8.17, além dos dados característicos do transformador deve ser gravado os valores de perdas e vazio e totais, indelevelmente marcada.

Além dos dados característicos do transformador devem ser gravados os valores de perdas a vazio e total.

### 7.4.2. Placa de advertência externa

O transformador deve apresentar uma placa de advertência externa, localizada no centro da porta do compartimento de baixa tensão, conforme o item 8.18.

### 7.4.3. Placa de advertência interna

O transformador deve apresentar uma placa de advertência interna, localizada na parede de montagem das buchas de média tensão, o mais próximo possível dos flanges das baionetas, conforme o item 8.19.

A placa de advertência interna deve conter orientações no sentido de evitar que os fusíveis de expulsão sejam retirados/manipulados em carga. Também deve apresentar as características nominais dos fusíveis de expulsão e limitadores de corrente.

### 7.4.4. Na embalagem

- a) Nome ou marca do fabricante;
- b) Identificação completa do conteúdo;
- c) Tipo e quantidade;
- d) Massa (bruta e líquida) e dimensões do volume;
- e) Nome do usuário;
- f) Número da ordem de compra e da nota fiscal.

## 7.5 Ensaios

Devem ser realizados conforme ABNT NBR 5356



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil  
Função Apoio: -  
Função Serviço: -  
Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

### 7.5.1. Ensaios de Tipo

- a) Verificação visual do tanque, acessórios e da parte ativa;
- b) Controle dimensional;
- c) Elevação de temperatura;
- d) Nível de tensão de rádio-interferência;
- e) Nível de ruído;
- f) Fator de potência de isolamento e capacidade;
- g) Resistência elétrica dos enrolamentos (medição deve ser feita entre fases e fase e neutro);
- h) Relação de tensões;
- i) Resistência do isolamento;
- j) Deslocamento angular e sequência de fases;
- k) Perdas (em vazio e em carga);
- l) Corrente de excitação;
- m) Tensão de curto-circuito;
- n) Tensão suportável nominal à frequência industrial;
- o) Tensão induzida de longa duração com medição de descargas parciais, conforme NBR 5356;
- p) Tensão induzida;
- q) Tensão suportável nominal de impulso atmosférico;
- r) Estanqueidade e resistência à pressão a quente;
- s) Estanqueidade e resistência à pressão a frio (0,70 e 0,90 kgf/cm<sup>2</sup>);
- t) Pintura conforme itens 7.2.8, 7.2.9 e NBR 11003
- u) Óleo isolante: Conforme item 7.2.7 e amostrados conforme NBR 8840;
- v) Determinação da atuação da válvula de alívio de pressão;
- w) Ensaio de compatibilidade dos materiais com o óleo isolante; conforme as normas NBR 16431 e NBR 14274.
- x) Curto-circuito, de acordo com a NBR 5356;
- y) Ensaios nos fusíveis.

### 7.5.2. Ensaios de Recebimento

Os ensaios de recebimento são os ensaios citados nas alíneas a) e b) e f) a v) do **item 7.5.1** deste documento.

**Nota:** Para verificação da pintura nos ensaios de recebimento deve ser realizado o ensaio de aderência e de espessura da camada de tinta.

### 7.5.3. Ensaios de Rotina

Estes ensaios devem ser executados pelo fabricante em transformadores completamente montados.

Os ensaios de rotina são os ensaios citados nas alíneas g) e p) e s) do **item 7.5.1** deste documento.

### 7.6 Amostragem

As amostragens devem ser realizadas conforme citado abaixo:

- a) Ensaios de tensão suportável nominal à frequência industrial e tensão induzida que devem ser efetuadas em todo o lote apresentado;



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil  
Função Apoio: -  
Função Serviço: -  
Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

- b) Análise de óleo isolante para análise de gases dissolvidos por cromatografia e análise físico-química, uma redução adicional dos transformadores a serem testados, até duas amostras de óleo por lote, pode ser acordada entre os representantes da Enel e o Fabricante durante os testes de recebimento, se a qualidade e os tratamentos do óleo forem comprovados pelos fabricantes através de laudos técnicos com parâmetros de aceitação conforme item 7.2.7.
- c) A determinação do teor de PCB deve ser realizada conforme os critérios estabelecidos na ABNT NBR 13882. Caso o fabricante apresente laudo técnico do óleo isolante utilizado no tanque antes do preenchimento, comprovando conformidade com os limites de PCB definidos pela norma, será permitida a apresentação de dois laudos representativo do lote de transformadores. Os dois equipamentos a serem amostrados deverão ser selecionados por amostragem aleatória pelo inspetor entre os transformadores submetidos aos demais ensaios exigidos;
- d) Demais ensaios – (Normal e simples, NQA 1,5% - Nível de inspeção S2).

## 7.7 Transporte, Embalagem e Acondicionamento

- a) Prever embalagem que contribua com economia circular e meio ambiente, ou seja:
  - Uso de embalagem reutilizável;
  - Embalagem feita com matéria-prima reciclada.
- b) O material deve ser agrupado de forma adequada para evitar avarias na peça
- c) O transformador deve ser preenchido a temperatura ambiente, e para embarque com nitrogênio ou ar seco, a uma pressão positiva de 0,02 MPa (0,2 kgf/cm<sup>2</sup>);
- d) O acondicionamento deve ser adequado ao transporte previsto, às condições de armazenagem e ao manuseio, de comum acordo entre o fabricante e usuário.

## 7.8 Fornecimento

Para fornecimento à Enel Grids Brasil, deve-se ter protótipo previamente homologado. Independente da aprovação do protótipo, por ocasião de fornecimento à Enel, deverá apresentar desenhos para aprovação.

## 7.9 Garantia

O fabricante deve garantir a eficiência de operação do transformador por um período de 24 (vinte e quatro) meses, a partir da data da emissão da nota fiscal ou o período estipulado pelo Contrato de Compra. Qualquer defeito que se manifestar durante este período, por responsabilidade do fabricante, deve ser reparado às suas custas e sem qualquer ônus para a Enel Brasil. A data do defeito deve ser confirmada por um documento interno desta Empresa. No caso de qualquer defeito em uma parte vital que possa afetar a segurança operacional do transformador, um novo período de garantia dever entrar em vigência a partir da reenergização do transformador, período este que dever ser de 24 (vinte e quatro) meses.



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

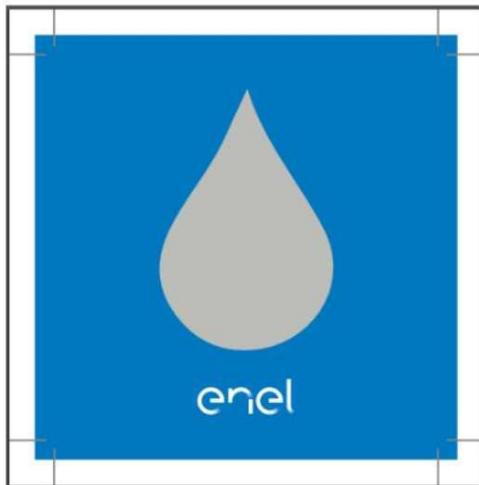
Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

## 8. ANEXOS

### 8.1 Características Técnicas Garantidas – CTG

### 8.2 Identificação do equipamento isento de PCB

Os equipamentos preenchidos com óleo mineral isolante apresentando teor de PCB inferior a 50 ppm e para óleo isolante vegetal não deve ser detectado PCB, receberão um adesivo em material resistente aos raios UV, dimensões 100 x 100 mm. O local de instalação deve ser na porta do lado do compartimento de Baixa Tensão (BT).



**Figura 7 - Identificação isento PCB**



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

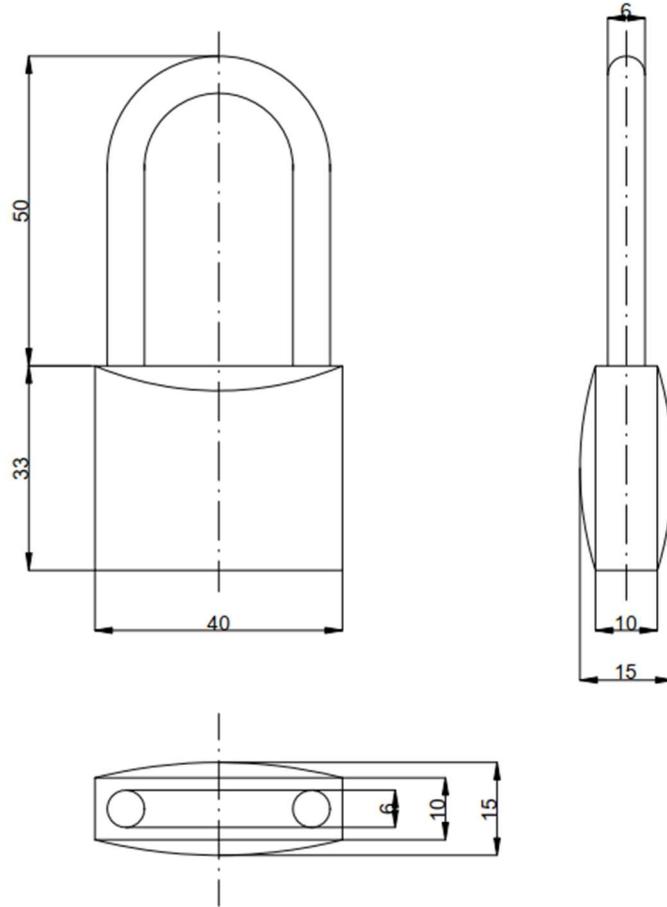
Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

### 8.3 Cadeado



#### NOTAS:

- Material: latão;
- Identificação: deve ser gravado de forma visível e indelével o nome do fabricante e o código do material;
- Dimensões: em milímetros;
- Todas as unidades deverão conter o mesmo segredo da amostra;
- Deverão ser testados todos os cadeados com a chave padrão, no ato do recebimento;
- Cada cadeado deverá ser fornecido com 02 chaves.



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

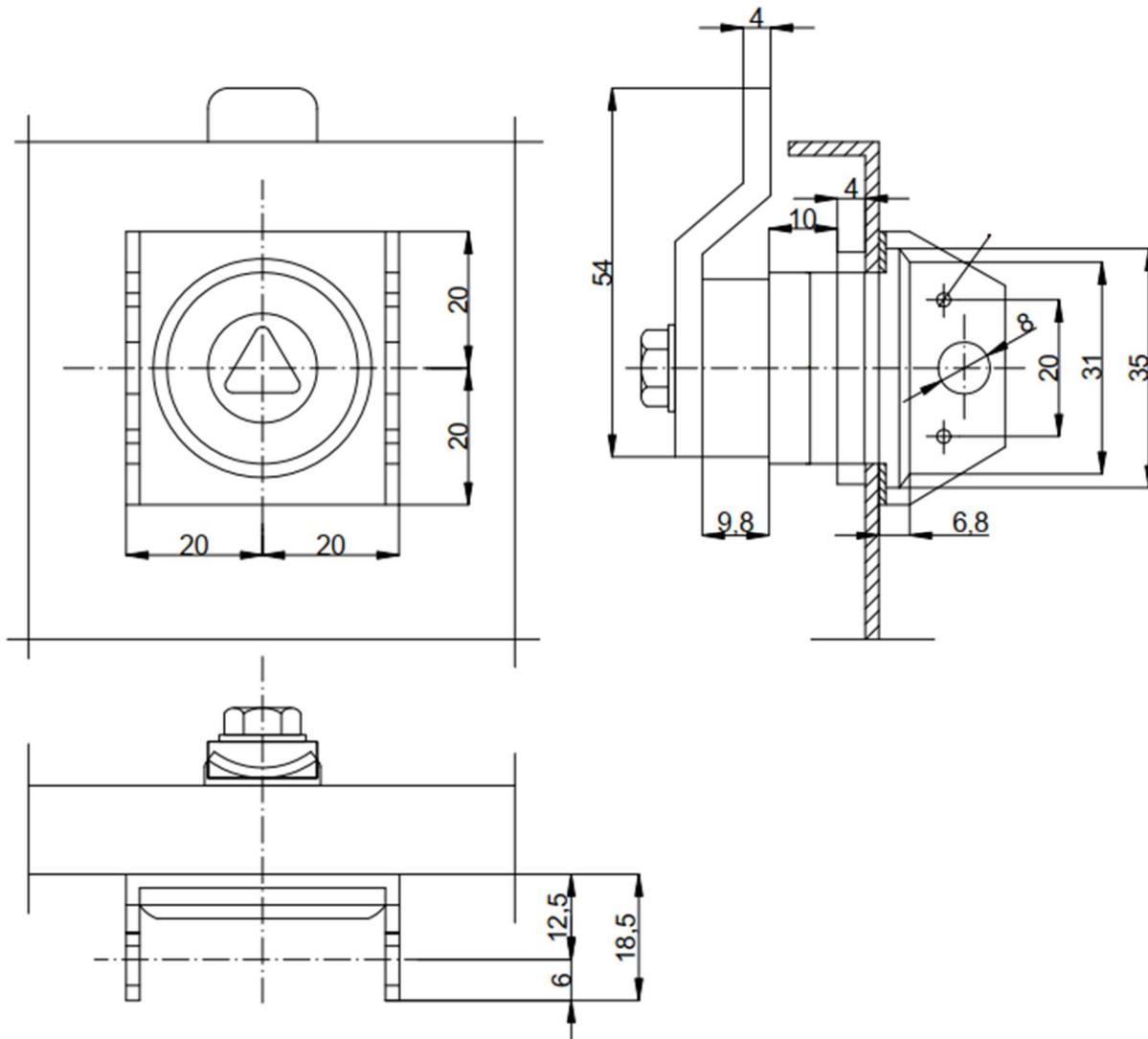
Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

#### 8.4 Fecho de compartimento



**NOTAS:**

- Material: aço inoxidável;
- Dimensões: em milímetros;
- Utilização: portas do transformador em pedestal.



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

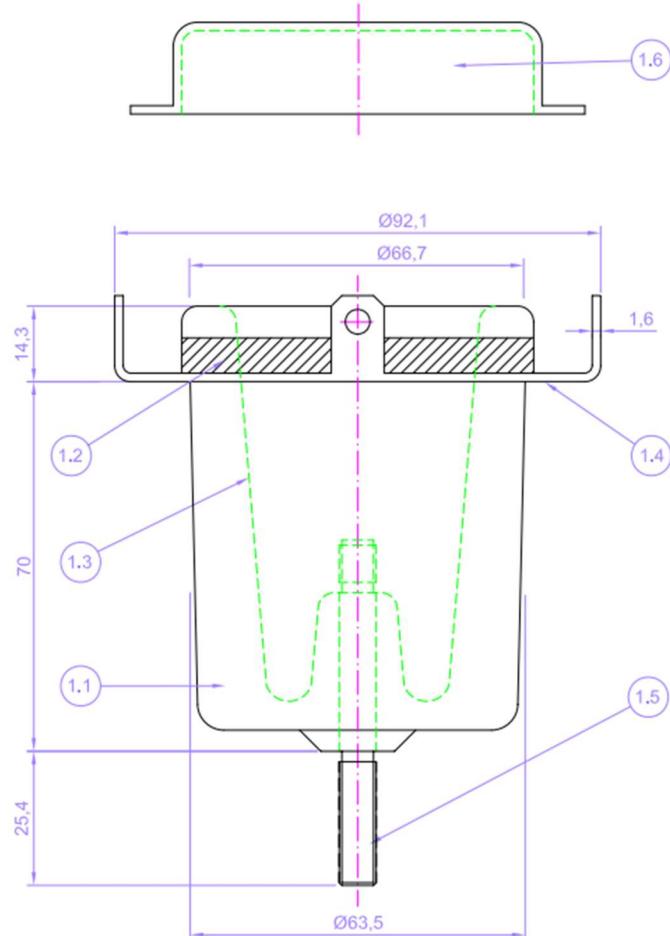
Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

## 8.5 Bucha cavidade de inserção curta - 200 A - 15/25 KV



### NOTAS:

- Semi condutora interna;
- Interface;
- Corpo em epoxi;
- Flange de aço inoxidável (com 4 presilhas para engate do grampo de fixação);
- Pino de conexão de cobre;
- Capa protetora;



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

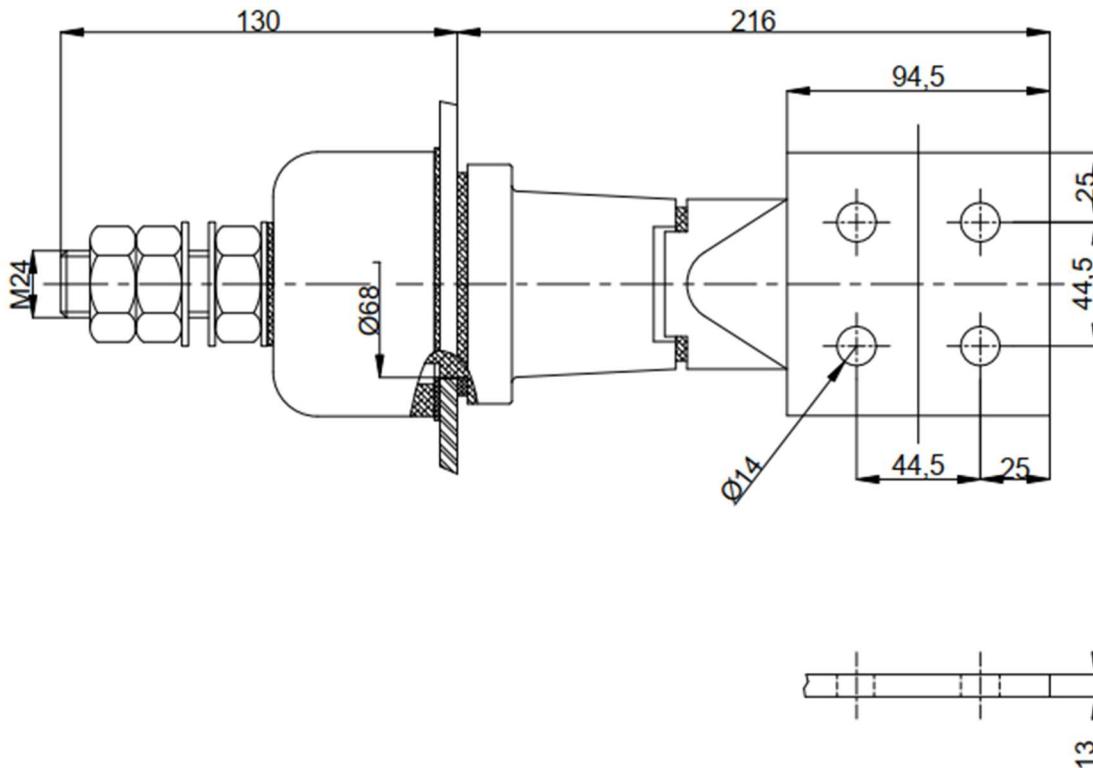
Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

## 8.6 Bucha para transformador de 75 a 225 kVA



### NOTAS:

- Material / Confecção: porcelana;
- Utilização: em transformador pedestal;
- Tensão nominal: 1,3 kV;
- Corrente nominal: 800 A;
- Tensão aplicada 60 Hz, 1 MIN. a seco e sob chuva: 10k Vef;
- Tensão de impulso, onda plena: 30 kVcr;
- Distância de escoamento: 87 mm;
- Distância de arco externo: 81 mm;
- Carga de flexão: 1.000N;
- Norma aplicável: NBR-5437;
- Dimensões: em milímetros.

**DOCUMENTO INVÁLIDO SE IMPRESSO OU GRAVADO**



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

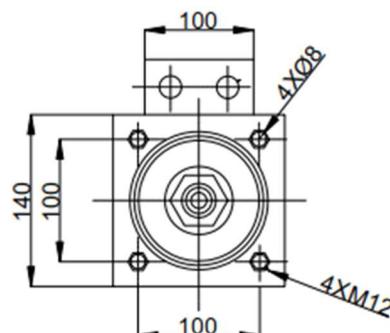
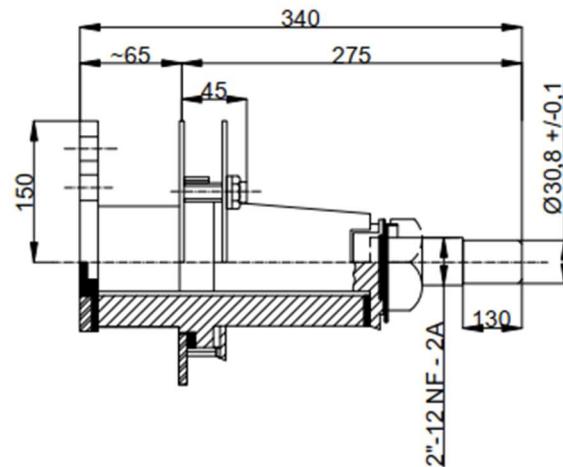
Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

## 8.7 Bucha secundária para transformadores de 300 e 500 kVA



### NOTAS:

- Utilização: em transformadores pedestais de 300 kVA e 500 kVA;
- As porcas devem ser dobradas na fábrica. Uma orelha dobrada na direção do transformador e as demais em sentido contrário;
- Tolerâncias: medidas sem tolerâncias indicadas, usar DIN-7168 (grossa);
- O material do flange de fixação das buchas deverá ser de aço galvanizado bicromatizado ou aço inoxidável;
- Dimensões: em milímetros.



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

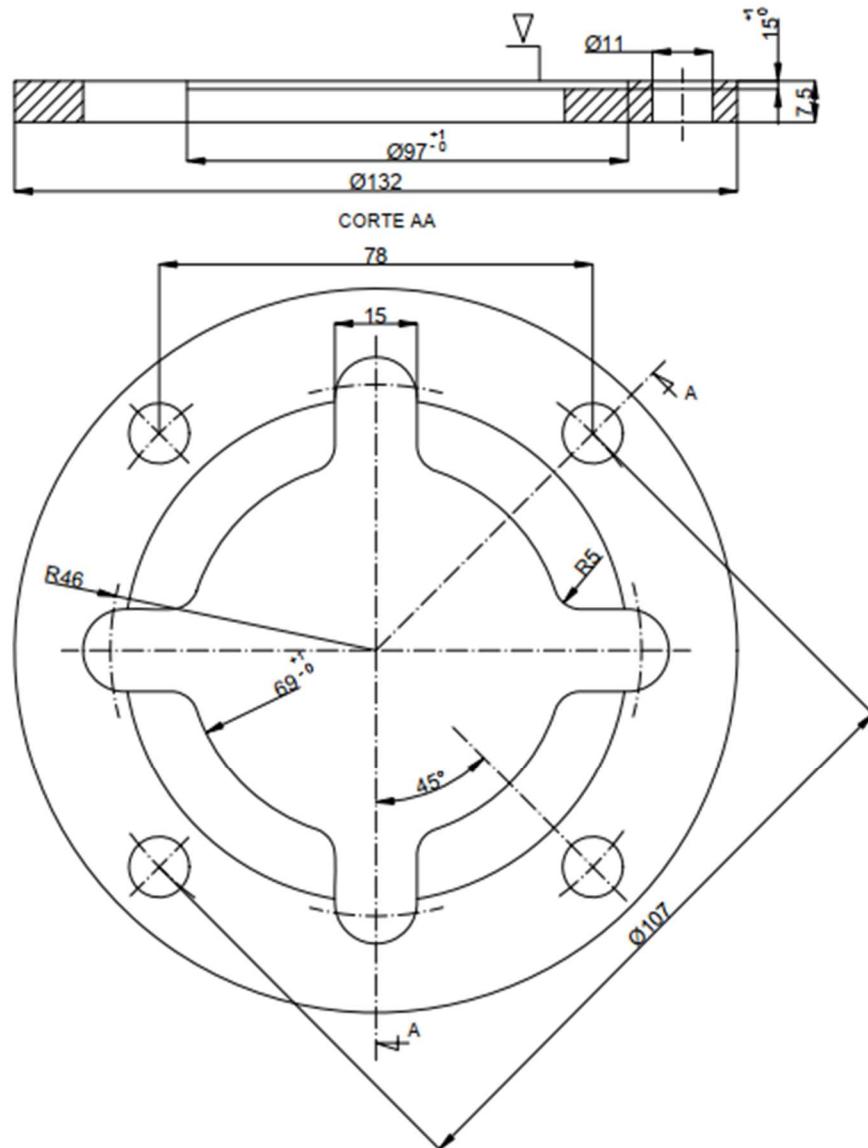
Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

## 8.8 Flange de fixação da bucha de cavidade de inserção



### NOTAS:

- Material / Acabamento: em aço galvanizado bicromatizado ou aço inoxidável;
- Utilização: em transformadores pedestal;
- Tolerâncias: onde não indicadas, conforme DIN - 7168 (médio);
- Dimensões: em milímetros;
- **IMPORTANTE:** Deve possuir uma distância de 3mm entre a bucha de cavidade e o flange para que na instalação do inserte adentre este espaço evitando penetração de água e melhorar o contato.



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

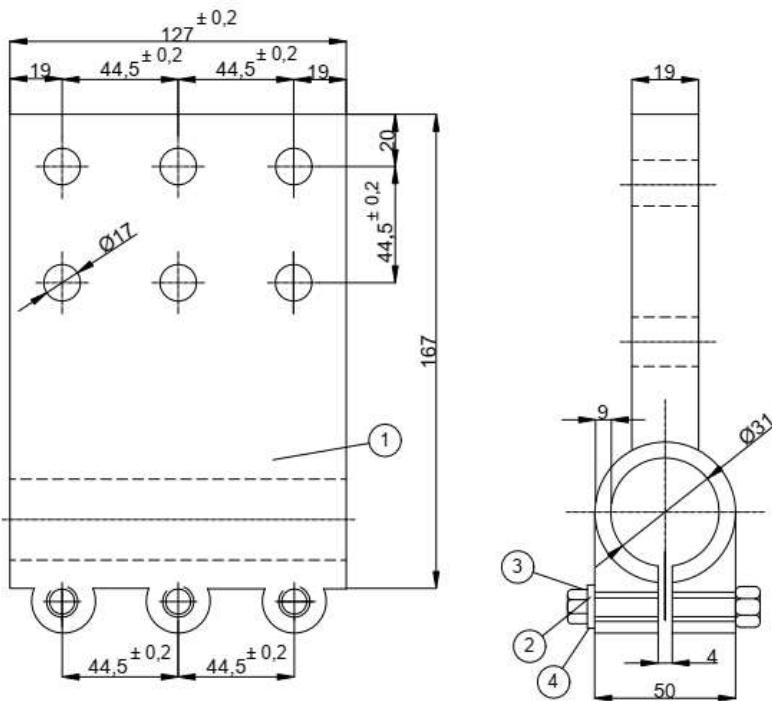
Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

## 8.9 Conector terminal secundário para transformadores 300 e 500 kVA



LISTA DE MATERIAL					
LISTA	DESCRÍÇÃO	QTDE.	DIMENSÕES	MATERIAL	OBSERVAÇÃO
1	Bloco de contato	01	-	Cobre meio duro	Estanhado
2	Arruela de pressão	03	B 10	Aço oxidado	
3	Parafuso	03	M10 x 55	Aço inox	Cabeça sextavada
4	Porca	03	M10	Aço inox	Sextavada

### NOTAS:

- Acabamento: estanho com espessura de 12 µm, após montagem;
- Utilização: em transformador pedestal de 300 e 500kVA;
- Tolerância: medidas sem tolerâncias indicadas, utilizar DIN-7168, grossa;
- CÓDIGO DE MATERIAL: 336802.



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

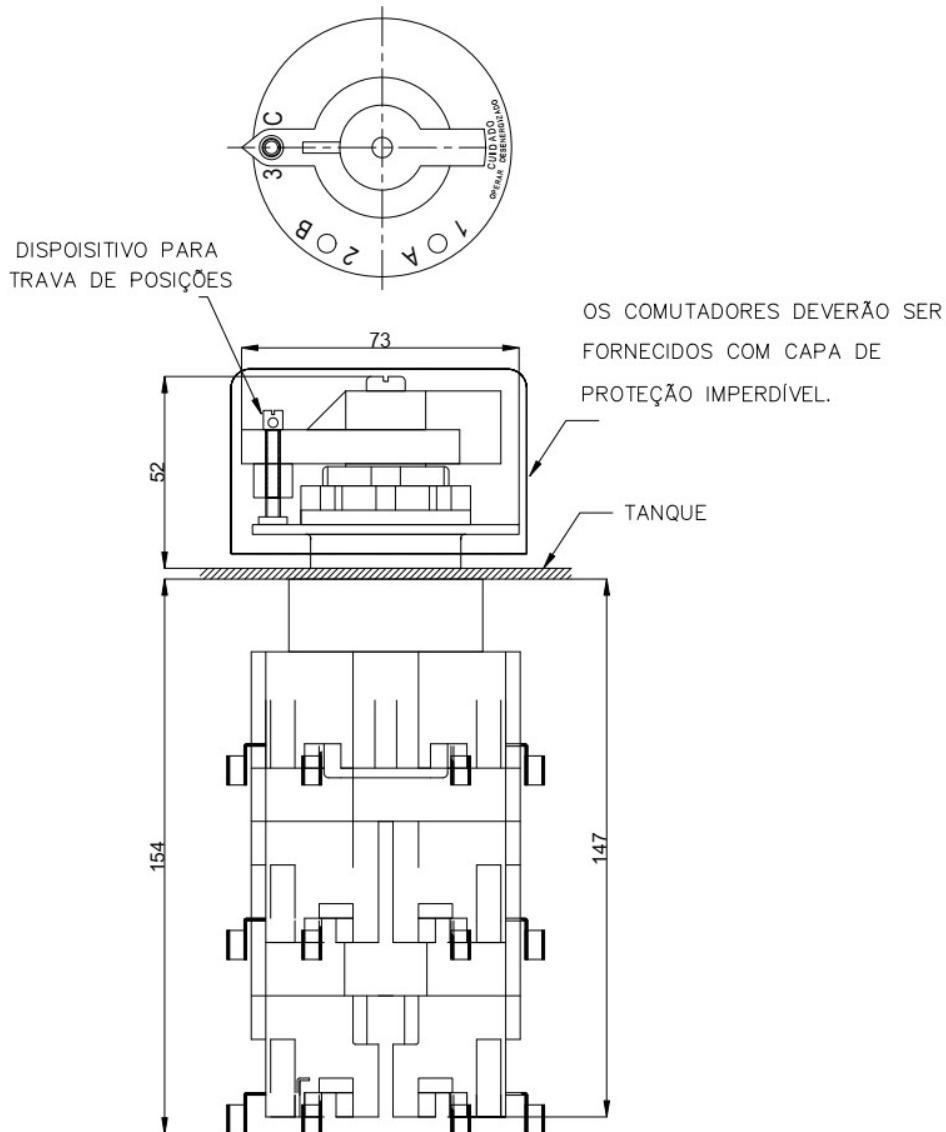
Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

## 8.10 Comutador trifásico acionamento externo



### NOTAS:

- Material / Confecção: Oromide AVT 300 preto (Nylon 66 + 33%FV);
- Partes metálicas em material não corrosivo;
- O comutador deve ser da classe tensão e corrente compatível com o transformador;
- A quantidade de derivações deve estar de acordo com 7.2.17;
- Dimensões: em milímetros.



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

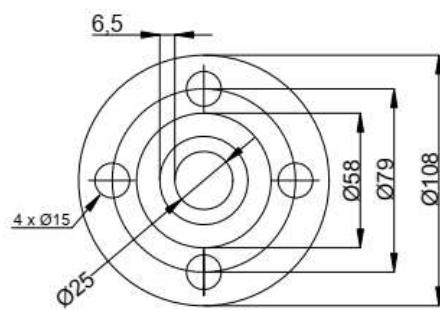
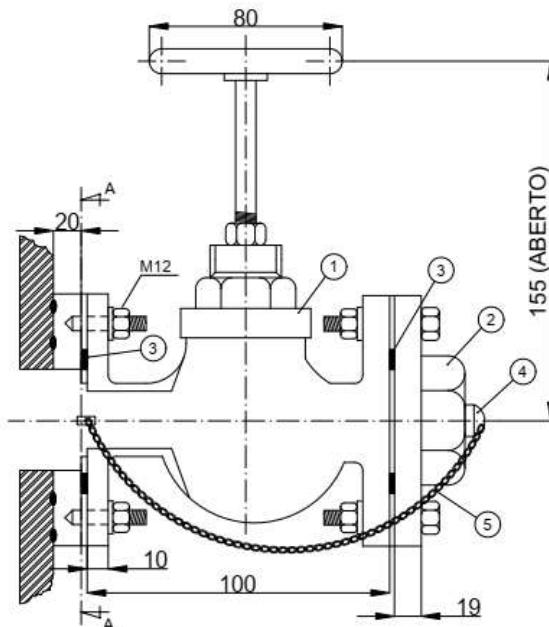
Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

### 8.11 Válvula globo para drenagem



CORTE AA  
DETALHE DA FLANGE DE FIXAÇÃO

ITEM	DESCRIÇÃO
1	Válvula globo de bronze 33,25 mm (1" RWG)
2	Bujão de aço zinkado à fogo 33,25 mm (1" RWG)
3	Junta de borracha sintética acrilo-nitrila, tipo o-ring
4	Rebite auto atarrachante de aço
5	Corrente de latão

#### NOTAS:

- Material / Acabamento: conforme relação de materiais;
- Utilização: em transformadores submersíveis, tipos radiais e reticulados;
- Dimensões: em milímetros.



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

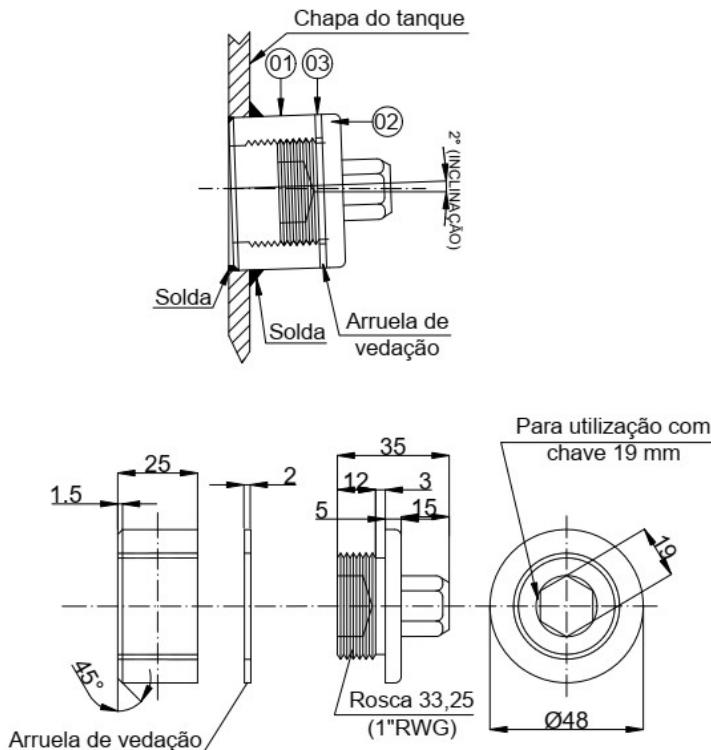
Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

### 8.12 Conjunto para enchimento de óleo e ligação do filtro prensa



ITEM	DESCRIÇÃO
01	Tubo sem costura de aço, rosca interna 33,25 mm (1" RWG)
02	Bujão de aço zinorado a fogo, rosca externa 33,25 mm (1"RWG)
03	Junta de borracha sintética acrílica nitrila

#### NOTAS:

- Material / Acabamento: conforme relação de material;
- Utilização: entrada de óleo em transformador trifásico em pedestal;
- Dimensões: em milímetros;
- Tolerâncias: exceto rosca  $\pm 0,2$ .



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

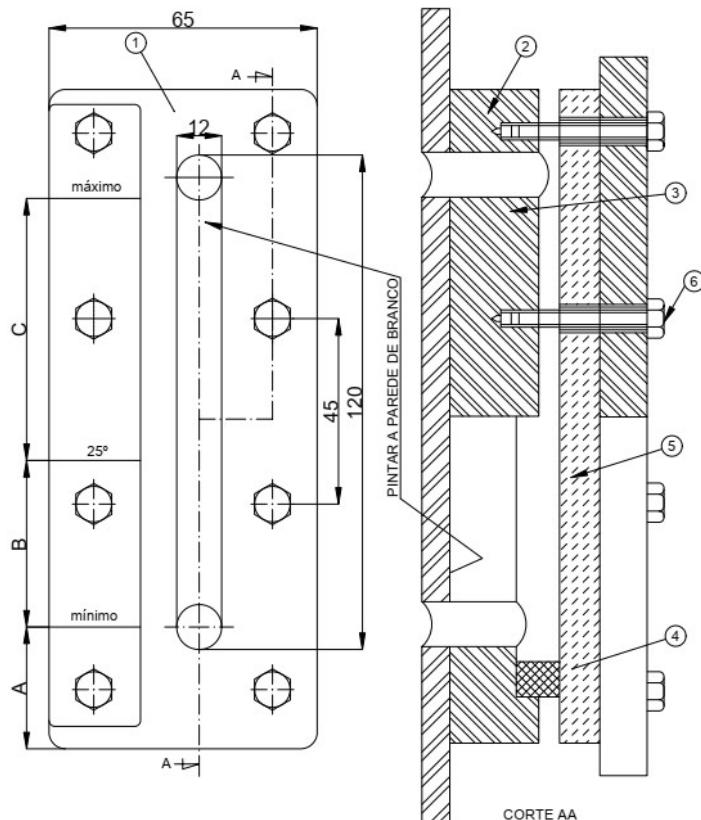
Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

### 8.13 Indicador tipo visor de nível de líquido isolante



ITEM	DESCRICAÇÃO
1	Placa de aço inoxidável
2	Flange de aço
3	Base de aço
4	Junta de borracha sintética acrilo-nitrila
5	Visor de vidro
6	Parafuso M8 de aço zinornado à quente

#### NOTAS:

- Material / Confecção: conforme relação de materiais acima;
- As cotas A, B e C devem ser indicadas pelos fabricantes nos desenhos encaminhados para aprovação;
- Na escala indicativa o fabricante deve gravar na parte posterior sua sigla e número de série do transformador;
- Dimensões: em milímetros.



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

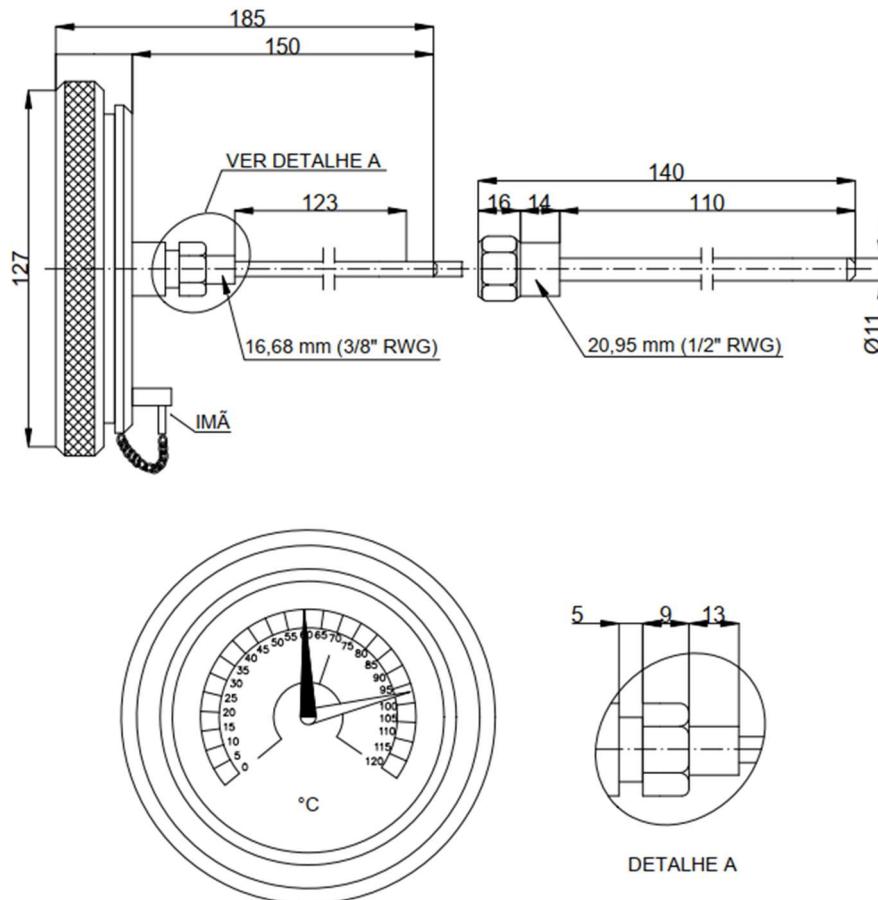
Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

## 8.14 Termômetro



### NOTAS:

- Material / Confecção: o termômetro deverá ser de material próprio para trabalhar sob imersão, sem apresentar oxidação do material, sendo que o mesmo deverá possuir grau de proteção IP68 (NBR-6146);
- Observação: A escala pode ser desenhada de acordo com o projeto do fabricante
- Deve possuir ponteiro indicador, em preto;
- Deve possuir ponteiro de arrasto, em vermelho;
- Deve possuir Mostrador, fundo em branco;
- Deve possuir escala e números em preto;
- Deve possuir a faixa de 70° a 120° em amarelo;
- Dimensões: em milímetros.



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

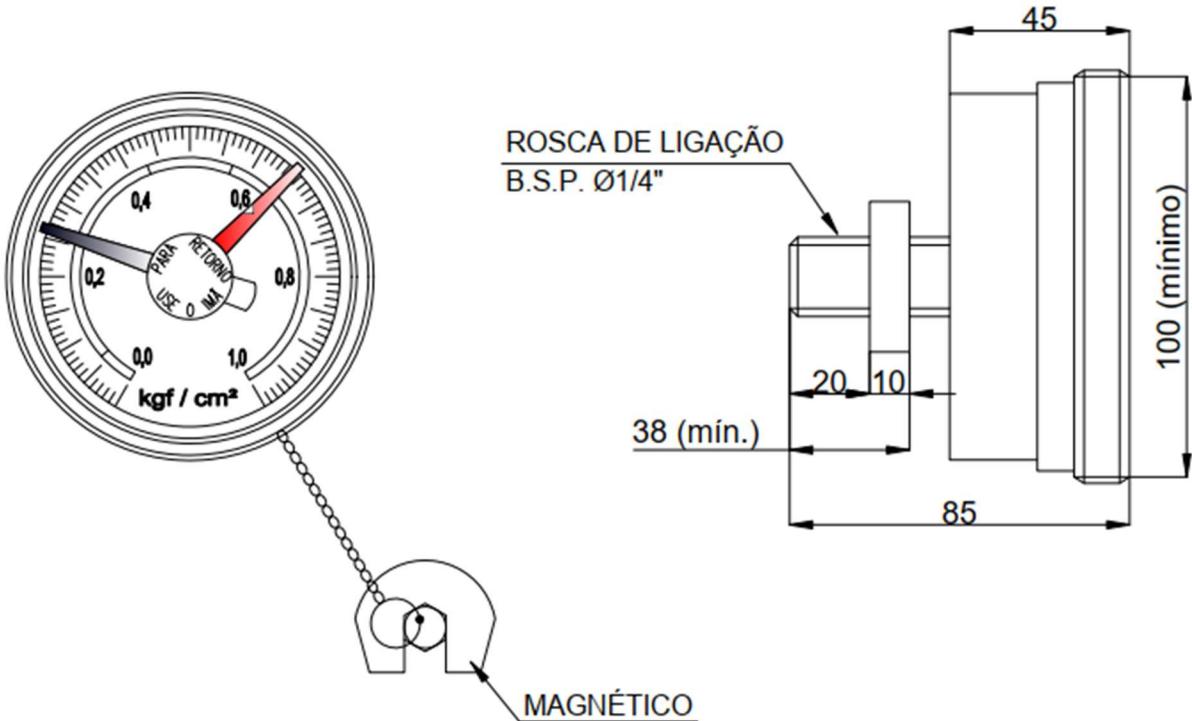
Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
[\(Link\)](#)

## 8.15 Manômetro



### NOTAS:

- Dimensões: em milímetros;
- Material / Confecção: o manômetro deverá ser de material próprio para trabalhar sob imersão, sem apresentar oxidação do material, sendo que o mesmo deverá possuir grau de proteção IP68 (NBR-6146);
- A escala pode ser desenhada de acordo com o projeto do fabricante, obedecendo as seguintes características:
  - Agulha indicadora na cor preta;
  - Agulha de arraste na cor vermelha;
  - Mostrador de fundo na cor branca;
  - Escala e números na cor preta;
  - Faixa de 0 a 0,07 kgf/cm<sup>2</sup> em amarelo;
  - Faixa de 0,07 a 0,35 kgf/cm<sup>2</sup> em verde;
  - Faixa de 0,35 a 1,00 kgf/cm<sup>2</sup> em vermelho.



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

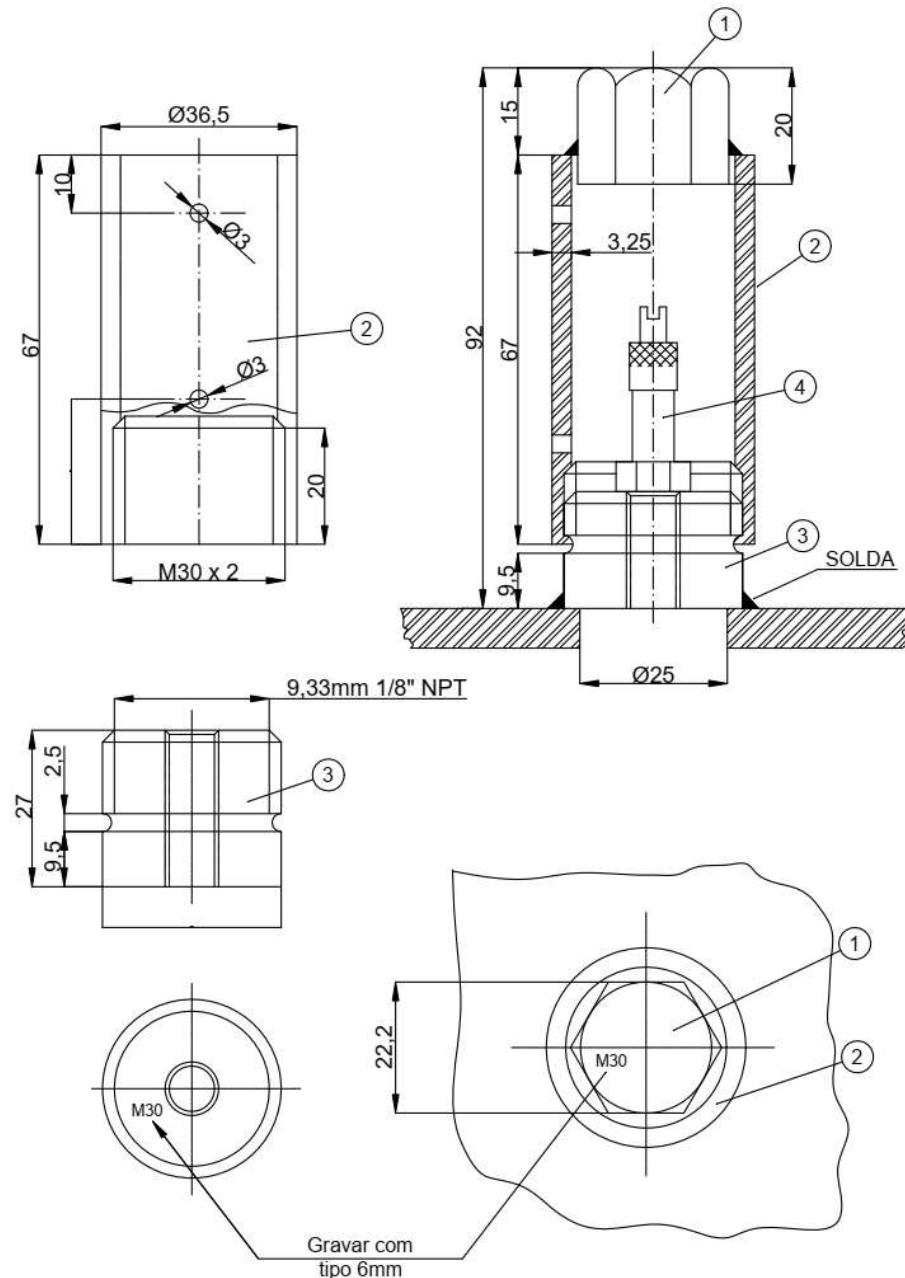
Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

### 8.16 Dispositivo para enchimento de gás



ITEM	DESCRIÇÃO
01	Sextavado de aço zinkado à quente
02	Tubo de aço zinkado à quente
03	Base de aço 1020
04	Válvula de latão 9,175 1/8" RWG

**DOCUMENTO INVÁLIDO SE IMPRESSO OU GRAVADO**



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil  
Função Apoio: -  
Função Serviço: -  
Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

### 8.17 Placa de identificação

		<b>148 ±1,0</b>																																													
		<b>138 ±0,5</b>																																													
				<b>CÓDIGO DE ESTOQUE</b>																																											
				<b>N*</b>																																											
(IDENTIFICAÇÃO DO FABRICANTE)																																															
<b>TRANSFORMADOR TRIFÁSICO EM PEDESTAL</b>																																															
<b>N*</b> <input type="text"/>		<b>Data fabr.</b> <input type="text"/>		<b>Tipo fabr.</b> <input type="text"/>																																											
<b>kVA</b> <input type="text"/>		<b>Elev. óleo/cobre</b> <input type="text"/>		<b>°C</b> <input type="text"/>	<b>Fases</b> <input type="text"/> <b>Resfr.</b> <input type="text"/> <b>ONAN</b>																																										
<b>Imped.</b> <input type="text"/> %		<b>em</b> <input type="text"/>		<b>V</b> <input type="text"/>	<b>Freq.</b> <input type="text"/> <b>Hz</b> <b>Tipo líq. isol.</b> <input type="text"/>																																										
<b>Níveis isol.</b> AT-BT <input type="text"/>		<b>kV</b> <input type="text"/>		<b>Norma</b> <input type="text"/> <b>NTE-M-009</b>																																											
<b>Perdas em vazio</b> <input type="text"/> <b>W</b>		<b>Perdas Totais</b> <input type="text"/> <b>W</b>		<b>Iexc.</b> <input type="text"/> %																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">ALTA TENSÃO</th> <th colspan="3" style="text-align: center;">TERMINAIS</th> </tr> <tr> <th colspan="3"></th> <th>H1</th> <th>H2</th> <th>H3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>V</b></td> <td><b>A</b></td> <td><b>POS</b></td> <td colspan="3"><b>COMUTADOR – LIGA</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="3" rowspan="7" style="text-align: center; vertical-align: middle;"> <input type="checkbox"/>   </td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						ALTA TENSÃO			TERMINAIS						H1	H2	H3	<b>V</b>	<b>A</b>	<b>POS</b>	<b>COMUTADOR – LIGA</b>						<input type="checkbox"/> 																				
ALTA TENSÃO			TERMINAIS																																												
			H1	H2	H3																																										
<b>V</b>	<b>A</b>	<b>POS</b>	<b>COMUTADOR – LIGA</b>																																												
			<input type="checkbox"/> 																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">BAIXA TENSÃO</th> <th colspan="3" style="text-align: center;">TERMINAIS</th> </tr> <tr> <th colspan="3"></th> <th>X0</th> <th>X1</th> <th>X2 X3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>V</b></td> <td><b>A</b></td> <td></td> <td colspan="3"><b>Ligaçao</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="3" style="text-align: center;"><b>Y</b></td> </tr> </tbody> </table>						BAIXA TENSÃO			TERMINAIS						X0	X1	X2 X3	<b>V</b>	<b>A</b>		<b>Ligaçao</b>						<b>Y</b>																				
BAIXA TENSÃO			TERMINAIS																																												
			X0	X1	X2 X3																																										
<b>V</b>	<b>A</b>		<b>Ligaçao</b>																																												
			<b>Y</b>																																												
<p><b>DIAGRAMA FASORIAL</b></p> <p style="text-align: center;">   </p> <p>Massas aproximadas em kg</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td><b>Parte extraível</b> <input type="text"/></td> <td><b>Instruções</b> <input type="text"/></td> </tr> <tr> <td><b>Tanque e aces.</b> <input type="text"/></td> <td><b>Volume do líquido isolante</b> <input type="text"/> L</td> </tr> <tr> <td><b>Líquido isolante</b> <input type="text"/></td> <td><b>Placa de identificação N*</b> <input type="text"/></td> </tr> <tr> <td><b>Total</b> <input type="text"/></td> <td></td> </tr> </table>						<b>Parte extraível</b> <input type="text"/>	<b>Instruções</b> <input type="text"/>	<b>Tanque e aces.</b> <input type="text"/>	<b>Volume do líquido isolante</b> <input type="text"/> L	<b>Líquido isolante</b> <input type="text"/>	<b>Placa de identificação N*</b> <input type="text"/>	<b>Total</b> <input type="text"/>																																			
<b>Parte extraível</b> <input type="text"/>	<b>Instruções</b> <input type="text"/>																																														
<b>Tanque e aces.</b> <input type="text"/>	<b>Volume do líquido isolante</b> <input type="text"/> L																																														
<b>Líquido isolante</b> <input type="text"/>	<b>Placa de identificação N*</b> <input type="text"/>																																														
<b>Total</b> <input type="text"/>																																															
<b>210 ±1,0</b>	<b>200 ±0,5</b>																																														

**DOCUMENTO INVÁLIDO SE IMPRESSO OU GRAVADO**



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

**NOTAS:**

- Material / Acabamento: aço inoxidável ABNT - 304, espessura mínima  $1,2 \pm 0,1$ ;
- Utilização: em transformador trifásico em pedestal, classe 15 kV e 25 kV;
- Dimensões: em milímetros;
- Gravação em baixo relevo na cor preta e o fundo na cor do material;
- A não observação das tolerâncias, irregularidades da gravação, superfície metálica porosa e falta de aderência da tinta são condições de rejeição;
- A gravação nos espaços será feita na fábrica, após ensaios;
- A placa deve ser fixada ao suporte através de rebites de alumínio a uma distância mínima de 20 mm entre a placa e o tanque;
- Caso o transformador possuir três ou mais tensões primárias, considerar só o espaço necessário placa;



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil

Função Apoio: -

Função Serviço: -

Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

### 8.18 Placa de advertência externa



#### NOTAS:

- Material / Acabamento: aço inoxidável austenítico ABNT - 304, espessura mínima  $1,2 \pm 0,1$ ;
- Utilização: em transformador trifásico em pedestal, classe 15 kV e 25 kV;
- Dimensões: em milímetros;
- Gravação em baixo relevo na cor preta, o raio na cor vermelha e o fundo na cor amarela;
- A não observação das tolerâncias, irregularidades da gravação, superfície metálica porosa e falta de aderência da tinta são condições de rejeição;
- A gravação nos espaços será feita na fábrica, após ensaios;
- A placa deve ser fixada ao suporte através de rebites de alumínio;
- Para Enel Ceará, deverá ser usado o telefone 0800 28 50 196;
- Para Enel Rio, deverá ser usado o telefone 0800 28 00 120;
- Para Enel SP, deverá ser usado o telefone 0800 72 72 196.



**Assunto:** Transformador de Distribuição Subterrâneo em Pedestal (PM-Br 112.06)

**Áreas de aplicação**

Perímetro: Brasil  
Função Apoio: -  
Função Serviço: -  
Linha de Negócio: Enel Grids

Feedback  
Documentos  
Técnicos do SGI  
([Link](#))

### 8.19 Placa de advertência interna



#### NOTAS:

- Material / Acabamento: aço inoxidável austenítico ABNT - 304, espessura mínima  $1,2 \pm 0,1$ ;
- Utilização: em transformador trifásico em pedestal, classe 15 kV e 25 kV;
- Dimensões: em milímetros;
- Gravação em baixo relevo na cor preta e o fundo na cor amarela;
- A não observação das tolerâncias, irregularidades da gravação, superfície metálica porosa e falta de aderência da tinta são condições de rejeição;
- A gravação nos espaços será feita na fábrica, após ensaios;
- A placa deve ser fixada ao suporte através de rebites de alumínio.

**DOCUMENTO INVÁLIDO SE IMPRESSO OU GRAVADO**