

Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

Código: **ES.06722**

Edición: **3**



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

ÍNDICE

	Página
1. Objeto.	3
2. Alcance.	3
3. Documentos de referencia.	6
4. Definiciones.	7
5. Requisitos.	9
5.1. Requisitos técnicos.	9
5.1.1. Condiciones ambientales de diseño.	9
5.1.2. Diseño y construcción.	11
5.1.3. Identificación y marcado	26
5.2. Requisitos de adquisición.	29
5.2.1. Alcance de la oferta.	30
5.2.2. Alcance del suministro	31
5.2.3. Requisitos de homologación.	41
5.2.4. Garantía y seguridad de uso.	46
5.2.5. Medioambiente.	47
6. Registros y datos. Formatos aplicables.	48
7. Relación de Anexos.	48
Anexo 00: Histórico de revisiones	48
Anexo 01: Planos Generales	49



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

1. Objeto.

La presente especificación tiene por objeto establecer los requisitos de diseño, fabricación, características constructivas, desempeño, identificación, ensayos, documentación, homologación, oferta y suministro de transformadores monofásicos tipo poste convencionales destinados a las redes aéreas de distribución de EDEMET-EDECHI. Estos transformadores serán utilizados en sistemas con tensiones nominales de 4.16 kV, 6.6 kV, 12 kV, 13.2 kV, 14 kV y 34.5 kV, con tensiones primarias monofásicas asignadas de 2.4 kV, 6.6 kV, 12 kV, 7.6 kV, 14 kV y 19.9 kV, respectivamente, y con tensiones secundarias asignadas de 120/240 V o 240/480 V, según el código de material correspondiente.

En adelante, estos equipos se denominarán TPC, “transformadores monofásicos tipo poste convencionales”.

2. Alcance.

La presente especificación tiene por alcance los siguientes elementos:

Tabla 1. Transformador Monofásico Tipo poste Convencional.

Código	Denominación	Descripción
Voltaje 2,400 a 120/240 V		
330351	TPC-10-2.4	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 10 kVA 2.4/0.24 kV
330353	TPC-25-2.4	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 25 kVA 2.4/0.24 kV
330355	TPC-50-2.4	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 50 kVA 2.4/0.24 kV
330356	TPC-75-2.4	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 75 kVA 2.4/0.24 kV
330357	TPC-100-2.4	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 100 kVA 2.4/0.24 kV
330358	TPC-167-2.4	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 167 kVA 2.4/0.24 kV
Voltaje 2,400 a 240/480 V		
330360	TPC-75-2.4	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 75 kVA 2.4/0.48 kV
Voltaje 12,000 a 120/240 V		
333172	TPC-10-12	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 10 kVA 12/0.24 kV
330362	TPC-25-12	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 25 kVA 12/0.24 kV
330364	TPC-50-12	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 50 kVA 12/0.24 kV



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

330365	TPC-75-12	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 75 kVA 12/0.24 kV
330366	TPC-100-12	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 100 kVA 12/0.24 kV
Voltaje 13,200/7,620 a 120/240 V		
330376	TPC-10-13.2	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 10 kVA 7.6/0.24 kV
330378	TPC-25-13.2	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 25 kVA 7.6/0.24 kV
330380	TPC-50-13.2	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 50 kVA 7.6/0.24 kV
330381	TPC-75-13.2	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 75 kVA 7.6/0.24 kV
330382	TPC-100-13.2	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 100 kVA 7.6/0.24 kV
330383	TPC-167-13.2	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 167 kVA 7.6/0.24 kV
330384	TPC-250-13.2	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 250 kVA 7.6/0.24 kV
Voltaje 13,200/7,620 a 240/480 V		
330388	TPC-100-13.2	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 100 kVA 7.6/0.48 kV
Voltaje 34,500/19,920 a 120/240 V		
330396	TPC-10-34.5	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 10 kVA 19.9/0.24 kV
330398	TPC-25-34.5	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 25 kVA 19.9/0.24 kV
330400	TPC-50-34.5	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 50 kVA 19.9/0.24 kV
330401	TPC-75-34.5	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 75 kVA 19.9/0.24 kV
330402	TPC-100 -34.5	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 100 kVA 19.9/0.24 kV
330403	TPC-167-34.5	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 167 kVA 19.9/0.24 kV
330404	TPC-250-34.5	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 250 kVA 19.9/0.24 kV
Voltaje 34,500/19,920 a 240/480 V		
330407	TPC-50-34.5	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 50 kVA 19.9/0.48 kV
330408	TPC-75-34.5	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 75 kVA 19.9/0.48 kV



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

330409	TPC-100-34.5	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 100 kVA 19.9/0.48 kV
330410	TPC-167-34.5	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 167 kVA 19.9/0.48 kV
330411	TPC-250-34.5	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 250 kVA 19.9/0.48 kV
415438	TPC-333-34.5	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 333 kVA 19.9/0.48 kV
Voltaje 14,000 a 120/240 V		
415853	TPC-10-14	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 10 kVA 14/0.24 kV
415854	TPC-25-14	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 25 kVA 14/0.24 kV
Voltaje 6,600 a 120/240 V		
415855	TPC-10-6.6	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 10 kVA 6.6/0.24 kV
415856	TPC-25-6.6	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 25 kVA 6.6/0.24 kV
916560	TPC-50-6.6	Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional 50 kVA 6.6/0.24 kV

Estos materiales serán instalados en zonas cuyas temperaturas varían entre 10 °C y 40 °C, bajo condiciones extremas, y serán expuestos a radiación solar. La altura de instalación es desde 0 msnm hasta 3,500 m s.n.m., de acuerdo con la tabla 2:

Tabla 2. Condiciones Ambientales.

Condiciones Ambientales	
Ambiente tropical salino	Altamente contaminado
Humedad relativa Máxima / Promedio (%)	100 / 85
Temperaturas: Mínima / Promedio / Máxima (°C) entre 0 - 3,500 m s.n.m.	10 / 30 / 40 (Panamá)

Estarán sujetos a condiciones climatológicas que pueden ser clasificadas en dos estaciones:

Estación lluviosa: se caracteriza por la existencia de lluvias frecuentes alternada con épocas soleadas (por días u horas) que se extiende por un período de 8 a 9 meses al año, aproximadamente.

Estación seca: época predominantemente soleada con escasas lluvias. La duración de este período es de 3 a 4 meses.



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

3. Documentos de referencia.

Los materiales objeto de esta especificación, se ajustarán a las siguientes normas y estándares:

IEC/TS 60815	Selection And Dimensioning Of High-Voltage Insulators Intended For Use In Polluted Conditions
IEEE Std C57.12.00	General Requirements for Liquid Immersed Distribution, Power and Regulating Transformers.
IEEE Std C57.12.20	Overhead-Type Distribution Transformers, 500 kVA and Smaller: High Voltage, 34 500 V and Below; Low Voltage 7970/13800Y Volts and Below.
IEEE Std C57.12.30	Standard for Pole-Mounted Equipment – Enclosure Integrity for Coastal Environments.
IEEE Std C57.12.31	Standard for Pole-Mounted Equipment - Enclosure Integrity
IEEE Std C57.12.39	Standard for Requirements for Distribution Transformer Tank Pressure Coordination
IEEE Std C57.12.70	Terminal Markings and Connections for Distribution and Power Transformers
IEEE Std C57.12.80	Standard Terminology for Power and Distribution Transformers
IEEE Std C57.12.90	Test Code for Liquid Immersed, Distribution, Power, and Regulating Transformers
IEEE Std C57.19.100	Guide for Application of Power Apparatus Bushings.
IEEE Std C57.19.01	Performance Characteristics and Dimensions for Outdoor Apparatus Bushings
IEEE Std 1656	IEEE Guide for Testing the Electrical, Mechanical, and Durability Performance of Wildlife Protective Devices on Overhead Power Distribution Systems Rated up to 38 kV
ASTM D3487	Standard Specification for Mineral Insulating Oil Used in Electrical Apparatus
ASTM D117	Standard Guide for Sampling, Test Methods, and Specifications Guide for Electrical Insulating Oils of Petroleum Origin
ASTM D4956	Standard specification for flexible, retroreflective sheeting used on traffic control signs, barricades, and delineators
PE.01285	Homologación de Materiales y Centros de Producción

En caso de discrepancia entre las normas de referencia y la presente especificación, prevalecerá el requisito más exigente, salvo aceptación escrita de EDEMET-EDECHI. El suministrador deberá declarar en su oferta las normas y ediciones aplicables al producto



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

ofertado. En todo lo no expresamente indicado en esta especificación, regirá lo establecido en las normas y estándares de referencia señalados en el presente documento.

4. Definiciones.

Las definiciones no incluidas expresamente en esta especificación deberán interpretarse conforme a IEEE Std C57.12.80 (Terminología para Transformadores de Potencia y Distribución), salvo que la presente especificación establezca una definición particular.

Accesorios: Dispositivos que realizan una tarea menor o secundaria como complemento a la tarea primaria o principal de un equipo.

Aislamiento (Eléctrico): Conjunto de materiales, distancias y medios aislantes destinados a separar eléctricamente partes conductoras que se encuentran a diferente potencial y a soportar los esfuerzos dieléctricos aplicables sin producir una descarga disruptiva.

Aprobado: aceptado por la autoridad competente.

BT: siglas de Baja Tensión. Tensión igual o inferior a 600 voltios.

BIL: “Basic impulse insulation level”, por sus siglas en inglés. Es el nivel básico de aislamiento o la tensión básica soportada para impulso tipo rayo del aislamiento. Se expresa en términos del valor de la cresta de tensión soportada de una onda completa estándar de tensión de impulso.

Bobina o devanado del Transformador: Conjunto de conductores eléctricos aislados y dispuestos alrededor de una parte del núcleo magnético, diseñado para establecer el acoplamiento electromagnético y producir la relación de transformación requerida. Su configuración, materiales y método constructivo dependerán del diseño aprobado del transformador.

Centro de producción: instalación industrial específica en la que se fabrica, ensambla y ensaya el transformador objeto de homologación.

Desviación o excepción: diferencia previamente identificada y declarada respecto de un requisito de esta especificación, cuya aceptación requiere aprobación expresa de EDEMET-EDECHI.

Empresa: unidad económica que se representa como un sistema integral con recursos humanos, de información, financieros y técnicos que producen bienes o servicios y genera utilidad. Para efectos de esta norma, se refiere a la EMPRESA como la entidad prestadora del servicio de energía eléctrica.

Equipo: término general que incluye los materiales, accesorios, dispositivos, artefactos, utensilios, herrajes y similares utilizados como parte de o en relación con una instalación eléctrica.

Especificaciones: documento técnico de la empresa que especifica lo referente a requisitos de diseño, fabricación, ensayos, oferta y suministro.



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

Ensayo de Diseño (o Tipo): Ensayo efectuado sobre una unidad representativa para demostrar que un diseño cumple los requisitos de desempeño establecidos por las normas de referencia.

Ensayo de Rutina: Ensayo realizado sobre cada transformador fabricado para verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en la especificación y en las normas aplicables.

Ensayo de recepción: ensayo, inspección o verificación realizada sobre una muestra seleccionada de un lote o pedido, para comprobar el cumplimiento de los requisitos de la presente especificación antes de su aceptación.

Fabricante: organización responsable del diseño y fabricación del transformador, así como de demostrar su conformidad con la presente especificación y las normas aplicables.

Familia de productos: conjunto de transformadores derivados de un diseño básico común que comparten características constructivas, materiales, procesos de fabricación y criterios de desempeño técnicamente comparables.

Ficha técnica: ficha técnica, hoja técnica u hoja de datos (datasheet en inglés), también ficha de características u hoja de características, es un documento que resume el funcionamiento y otras características de un componente o subsistema con el suficiente detalle para ser utilizado para diseño, procesos de compra y otras que sea necesario.

Homologación: de proveedores o suministradores. Consiste en el análisis y valoración documentada de la capacidad del proveedor o suministrador para asegurar el adecuado cumplimiento de los requisitos específicos establecidos para el suministro de un material, equipo o servicio (especificaciones técnicas, normativa técnica, ISO, ANSI, IEEE, NEMA, ASTM etc.).

Impedancia de cortocircuito: Relación porcentual entre la tensión aplicada al devanado primario necesaria para producir la corriente nominal con el devanado secundario en cortocircuito y la tensión nominal del transformador.

Línea de Fuga: Distancia más corta medida sobre la superficie de un aislante entre dos partes conductoras o entre una parte conductora y tierra.

Lote de fabricación: conjunto identificable de transformadores fabricados bajo condiciones sustancialmente iguales y asociados a registros comunes de producción, materiales y control de calidad.

MT: siglas de Media Tensión. Tensión mayor a 600 voltios y menor que 115 kilovoltios.

No conformidad: incumplimiento de un requisito técnico, normativo, constructivo, documental o de calidad establecido en esta especificación, en los documentos de compra o en las normas aplicables.

Nominal: término aplicado a una característica de operación, indica los límites de diseño de esa característica para los cuales presenta las mejores condiciones de operación. Los límites siempre están asociados a una norma técnica.

Núcleo del Transformador: Elemento constituido por chapas de acero al silicio aisladas entre ellas. El núcleo de los transformadores está compuesto por las columnas, que es la



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

parte donde se montan los devanados, y las culatas, que es la parte donde se realiza la unión entre las columnas. El núcleo se utiliza para conducir el flujo magnético.

Pasatapa (Bushing): Dispositivo aislante que permite el paso de un conductor energizado a través de una envolvente puesta a tierra, manteniendo el aislamiento eléctrico requerido.

Suministrador: persona jurídica responsable de suministrar los transformadores a EDEMET-EDECHI y de cumplir las obligaciones técnicas, documentales, comerciales y de garantía aplicables, independientemente de que fabrique directamente el producto.

Terminal: extremo de equipos eléctricos, destinados a la conexión de los conductores.

TPC: Transformador monofásico tipo poste convencional.

Trazabilidad: Capacidad de identificar y relacionar inequívocamente cada transformador con su fabricante, centro de producción, diseño, número de serie, lote, materiales principales, registros de fabricación, ensayos, certificados y expediente técnico asociado.

Transformador de tanque Sellado: Transformador cuya cuba se encuentra sellada para impedir el intercambio de aire y humedad con la atmósfera durante las condiciones normales de servicio.

Transformador homologado: Transformador cuyo diseño, fabricación, centro de producción y documentación técnica han sido evaluados y aceptados por EDEMET-EDECHI conforme al procedimiento PE.01285 y a los requisitos técnicos de la presente especificación.

5. Requisitos.

En este apartado se desarrollarán los requisitos particulares de adquisición, diseño, inspección y ensayos que deben cumplir los artículos listados en el alcance de este documento. Por lo tanto, es conveniente dividir los requisitos en:

- **Requisitos técnicos.**
- **Requisitos de adquisición.**

5.1. Requisitos técnicos.

5.1.1. Condiciones ambientales de diseño.

Los transformadores objeto de esta especificación deberán diseñarse, fabricarse, ensayarse y suministrarse para operar de forma continua y segura bajo las condiciones ambientales y operativas establecidas en el Apartado 2 Alcance y en la Tabla 2 Condiciones Ambientales, manteniendo sus características eléctricas, mecánicas, térmicas y funcionales durante toda su vida útil prevista. El diseño deberá contemplar medidas adecuadas de protección contra corrosión atmosférica, contaminación salina, radiación ultravioleta, humedad elevada, condensación, envejecimiento ambiental e impactos mecánicos derivados de las condiciones de servicio propias de las redes de



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

distribución de EDEMET-EDECHI. Asimismo, los transformadores deberán ser aptos para operar de forma continua a plena carga nominal dentro de los límites térmicos y de desempeño establecidos por la norma IEEE Std C57.12.00 y por los requisitos particulares definidos en la presente especificación.

Tabla 2. Condiciones Ambientales.

Condiciones Ambientales	
Ambiente tropical salino	Altamente contaminado
Humedad relativa Máxima / Promedio (%)	100 / 85
Temperaturas: Mínima / Promedio / Máxima (°C) entre 0 - 3,500 m s.n.m.	10 / 30 / 40 (Panamá)

A su vez el sistema eléctrico para el cual estarán dispuestos estos dispositivos será en tensiones nominales que se indican en la tabla siguiente, con una frecuencia de 60 Hz.

Tabla 3. Voltajes Nominales.

Voltajes del sistema (kV)	Voltaje monofásico (kV)	Sistema
34.5	19.9	Estrella
14	14	Delta
13.2	7.6	Estrella
12	12	Delta
6.6	6.6	Delta
4.16	2.4	Estrella

Los materiales, componentes, recubrimientos, sistemas de protección superficial, accesorios y demás elementos expuestos al ambiente deberán demostrar un desempeño adecuado para dichas condiciones de servicio mediante ensayos, certificaciones, reportes de laboratorio acreditado o evidencias técnicas verificables que demuestren su resistencia frente a corrosión, contaminación salina, radiación ultravioleta, humedad, condensación, envejecimiento ambiental e impacto mecánico.

Los requisitos específicos de desempeño ambiental, protección superficial y resistencia a la corrosión deberán verificarse conforme a los ensayos establecidos en el apartado 5.2.2.4.2. Ensayos ambientales complementarios de diseño de la sección de Aseguramiento de la Calidad. Asimismo, la trazabilidad documental y física del transformador y la gestión de modificaciones posteriores a la homologación deberán cumplir los requisitos establecidos en los apartados 5.2.3.5 Trazabilidad, Gestión Documental y Auditorías y 5.2.3.4 Vigencia y Control de Cambios del Producto Homologado, respectivamente.



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

La presentación de una oferta técnica se considerará como declaración formal de cumplimiento de todos los requisitos contenidos en esta especificación. Cualquier desviación, limitación o excepción deberá ser identificada expresamente por el oferente en su lista de excepciones; de lo contrario, se entenderá que el producto ofertado cumple íntegramente los requisitos técnicos, ambientales, documentales y de homologación establecidos.

Los transformadores suministrados deberán ser nuevos y su fecha de fabricación no deberá exceder seis (6) meses respecto a la fecha de entrega y aceptación por EDEMET-EDECHI.

5.1.2. Diseño y construcción.

5.1.2.1. Características constructivas.

El diseño del transformador será del tipo cámara de aire bajo la tapa, y el sellado se realizará mediante la conformidad de la norma IEEE Std C57.12.00.

Los transformadores deberán ser de la clase ONAN (autoenfriados).

El transformador deberá corresponder a un diseño previamente fabricado y probado. No se aceptarán diseños experimentales o prototipos para suministro comercial, salvo aceptación expresa de EDEMET-EDECHI.

5.1.2.1.1. Núcleo y bobinados del transformador.

El núcleo del transformador deberá estar constituido por acero al silicio de alta eficiencia o metal amorfo. Los devanados deberán fabricarse en cobre o aluminio de alta conductividad eléctrica.

Para fines electrostáticos y de seguridad, el núcleo magnético deberá estar conectado a tierra y eléctricamente unido al tanque del transformador.

El fabricante deberá declarar, en la ficha técnica ES.06722-FO.01, el material de los devanados de MT y BT, el tipo de núcleo, las pérdidas garantizadas en vacío y con carga, las pérdidas totales y el valor de impedancia garantizado correspondiente al diseño ofertado. Cuando el fabricante declare valores de eficiencia en su oferta técnica o documentación complementaria, estos deberán corresponder específicamente al diseño, configuración, potencia y características constructivas del transformador ofertado, e indicar la condición de carga y la temperatura de referencia utilizadas para su determinación.

Los reportes de ensayo deberán corresponder al producto evaluado. La aceptación de ensayos correspondientes a variantes, diseños similares o familias de productos estará sujeta a la evaluación realizada conforme al procedimiento PE.01285.



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

5.1.2.1.2. Bornas y terminales.

El transformador deberá disponer de dos (2) bornas de media tensión (MT) de porcelana, aptas para uso en intemperie, montadas sobre la tapa del tanque y dispuestas según la configuración tipo S, Clase A de acuerdo con IEEE Std C57.12.20.

Las bornas de MT deberán estar clasificadas para nivel de contaminación alta y disponer de terminales aptos para conexión mediante conectores tipo anillo apernado adecuados para conductores de cobre o aluminio.

Los conectores de MT deberán admitir como mínimo los siguientes rangos de conductores:

Transformadores de 10 kVA a 167 kVA: desde N.º 8 AWG sólido hasta N.º 2 AWG trenzado.

Transformadores de 250 kVA a 333 kVA: desde N.º 6 AWG sólido hasta 4/0 AWG trenzado.

Las conexiones deberán ser aptas para operación permanente en intemperie.

Las bornas, terminales, conectores, elementos de fijación y accesorios asociados deberán cumplir los requisitos de desempeño ambiental establecidos en el apartado 5.1.1 Condiciones Ambientales de Diseño, manteniendo su integridad mecánica, eléctrica y funcional durante toda la vida útil prevista del transformador. Asimismo, deberán soportar los esfuerzos mecánicos derivados del peso de los conductores y de las maniobras normales de instalación, operación y mantenimiento sin pérdidas de desempeño ni deterioro de los niveles de aislamiento.

El transformador deberá suministrarse con dispositivos de protección avifauna anti-electrocución instalados de fábrica sobre las bornas primarias. Dichos dispositivos deberán ser resistentes a radiación ultravioleta, contaminación salina, humedad y temperaturas de operación aplicables a las condiciones ambientales de Panamá, debiendo demostrar su conformidad mediante ensayos o evidencias técnicas aplicables conforme a IEEE Std 1656. La protección avifauna no deberá interferir con las distancias mínimas de aislamiento ni con los ensayos dieléctricos requeridos.

El transformador deberá disponer de bornas de baja tensión (BT) de porcelana o poliéster reforzado con fibra de vidrio, aptas para uso en intemperie.

Los transformadores hasta 100 kVA deberán disponer de tres (3) bornas de BT.

Los transformadores de 167 kVA y superiores deberán disponer de cuatro (4) bornas de BT.



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

Las bornas de BT deberán instalarse en los laterales del tanque.

Los terminales de BT deberán ser del tipo pala o espada, aptos para conductores de cobre o aluminio, y cumplir las dimensiones establecidas en IEEE Std C57.12.20. Las dimensiones mínimas requeridas se indican en la Tabla 4.

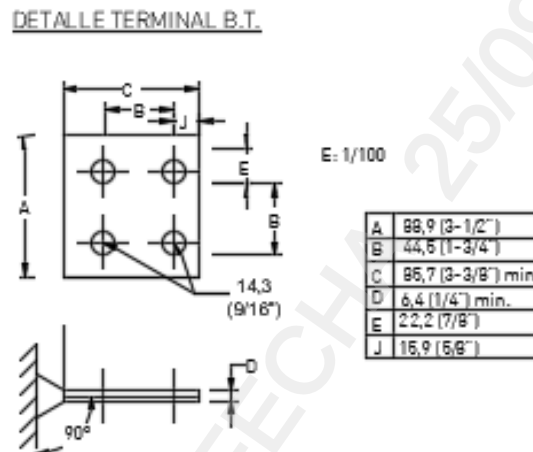


Figura 1. Conector BT tipo Pala o Espada

Tabla 4. Dimensiones terminales BT para transformadores de hasta 333 kVA.

Dimensiones terminales de BT	Potencia Transformador (kVA)							
	10	25	50	75	100	167	250	333
N.º de orificios	4							
Diámetro orificios(mm/pulgadas)	14.3 (9/16")							
A – Anchura pletina (mm/pulgadas)	88.9 (3-1/2")							
B - Distancia entre agujeros (mm/pulgadas)	44.5 (1-3/4")							
C - Longitud mínima pletina (mm/pulgadas)	85.7 (3-3/8")							
D - Espesor mínimo (mm/pulgadas)	6.4 (1/4")							
E - Distancia al lateral (mm/pulg)	22.2 (7/8")							
J - Distancia al extremo (mm/pulgadas)	15.9 (5/8")							

Toda la tornillería asociada a las conexiones externas de baja tensión, incluyendo pernos, tuercas, arandelas planas, arandelas de presión y elementos de fijación, deberá fabricarse en acero inoxidable AISI 304 como mínimo o material equivalente previamente aprobado por EDEMET-EDECHI. El conjunto deberá ser compatible con conductores de cobre, aluminio y conectores bimetálicos y ser apto para operación continua en ambiente tropical salino altamente contaminado. No se aceptarán materiales susceptibles de producir corrosión galvánica que comprometa la integridad mecánica o la continuidad eléctrica de la conexión.

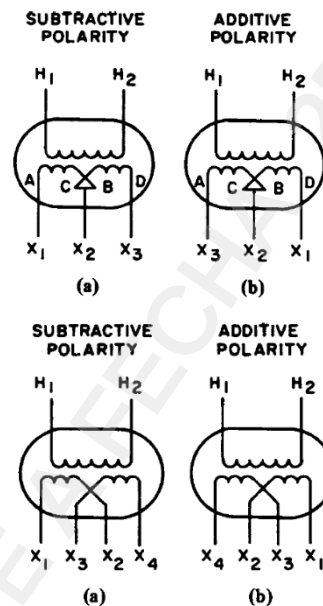
La polaridad de los transformadores deberá cumplir lo establecido en IEEE Std C57.12.20. Los transformadores monofásicos de capacidad igual o



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

inferior a 200 kVA con devanados de alta tensión de 8,660 V o inferiores deberán tener polaridad aditiva. Los demás transformadores deberán tener polaridad sustractiva.

Los terminales de media y baja tensión deberán identificarse mediante marcas permanentes, legibles y visibles desde el exterior, de acuerdo con IEEE Std C57.12.70.



La disposición y separación de las bornas, terminales, conectores, protecciones avifauna y demás partes energizadas, incluidas las terminales de baja tensión, deberá garantizar las distancias mínimas de aislamiento y seguridad establecidas en el apartado 6.8 de IEEE Std C57.12.00, sin interferir con los ensayos dieléctricos aplicables ni comprometer la seguridad dentro del área de trabajo. La conexión entre el terminal de BT y el conductor deberá realizarse en disposición vertical.

Tabla 5. Conductores para utilizar como puentes desde las bornas de BT a las redes.

Capacidad (kVA)	Voltaje 120/240	Voltaje 240/480
10	N.º 6 a 4/0 AWG	N.º 6 a 4/0 AWG
25 a 50	N.º 2 a 350 kcmil	N.º 2 a 350 kcmil
50 a 75	1/0 a 500 kcmil	1/0 a 500 kcmil
75 a 100	500 kcmil	500 kcmil
167 a 333	500 kcmil	500 kcmil

Nota: Cuando una potencia nominal esté comprendida en dos intervalos consecutivos, deberá utilizarse el rango de conductores correspondiente a la mayor exigencia aplicable. La selección definitiva deberá verificarse considerando la corriente nominal, el número de conductores por terminal, la capacidad del conector y las condiciones de instalación.



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

5.1.2.1.3. Tanque.

El tanque, la tapa, los herrajes, la tornillería expuesta, las marcaciones y los accesorios externos deberán cumplir los requisitos ambientales establecidos en el apartado 5.1.1 Condiciones Ambientales de Diseño.

El tanque deberá fabricarse en acero inoxidable o acero al carbón y cumplir los requisitos de envoltorio establecidos en IEEE Std C57.12.30, incluyendo los métodos de ensayo ASTM aplicables para ambientes costeros y altamente corrosivos.

Adicionalmente, los requisitos relacionados con integridad estructural, coordinación de presión, alivio de presión y comportamiento mecánico frente a sobrepresiones internas deberán cumplir lo establecido en IEEE Std C57.12.39. Los reportes de ensayo deberán corresponder al producto evaluado. La aceptación de ensayos correspondientes a variantes, diseños similares o familias de productos estará sujeta a la evaluación realizada conforme al procedimiento PE.01285.

El acabado exterior deberá cumplir los requisitos de IEEE Std C57.12.30 y consistirá en pintura color gris claro No. 70 (Munsell 5BG 7.0/0.4) aplicada sobre una base anticorrosiva adecuada. El espesor mínimo de la película seca de acabado no será inferior a 120 μm , medido sobre el tanque y la tapa.

El tanque deberá diseñarse de forma que minimice la acumulación de agua y contaminantes, evitando configuraciones que favorezcan la retención de humedad o agentes corrosivos.

El tanque será preferiblemente de geometría cilíndrica y deberá poseer la resistencia mecánica necesaria para soportar los esfuerzos producidos durante el transporte, instalación y operación del transformador.

La construcción será del tipo tanque sellado, manteniendo el interior aislado de la atmósfera durante condiciones normales de operación. El sistema de sellado deberá garantizar la hermeticidad del equipo durante toda su vida útil prevista, sin evidencias de fugas del líquido aislante ni ingreso de humedad.

El transformador completamente ensamblado deberá soportar una presión estática interna de 49 kPa (7 psig) sin deformación permanente de la envoltorio metálica y una presión interna de 138 kPa (20 psig) sin ruptura ni desplazamiento de componentes estructurales, conforme a los requisitos establecidos en IEEE Std C57.12.39.

El fabricante deberá suministrar evidencia documental de cumplimiento de los ensayos de presión estática, alivio de presión y coordinación de presión exigidos por IEEE Std C57.12.39.



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

La cubierta o tapa del transformador debe ser diseñada de forma que se libere el exceso de presión debido a sobrecargas y cortocircuitos externos de magnitud y duración permitidos por los estándares de la industria y las recomendaciones de cargabilidad y luego mantener el tanque efectivamente sellado. Se debe liberar la presión a un mínimo de 56 kPa (medido) (8 psig) si es diseñada para resellarse, o a un mínimo de 138 kPa (medido) (20 psig) si es diseñada para liberar la presión sin resellarse. Esta operación debe ocurrir antes que otros componentes del tanque sufran defectos o desplazamientos, y la cubierta o tapa debe permanecer en su posición.

La envolvente del transformador completamente ensamblado deberá soportar adicionalmente las presiones dinámicas internas asociadas a los ensayos de corrientes de falla definidos en IEEE Std C57.12.20.

El transformador deberá disponer de válvula de alivio de presión conforme a IEEE Std C57.12.20. Los requisitos particulares aplicables se establecen en el apartado Válvula de alivio de presión, dentro de la sección 5.1.2 Diseño y construcción.

Se dispondrán dos tornillos para la conexión de puesta a tierra, uno del mismo tanque, y el otro para conectar la borna secundaria del neutro al tanque mediante una cinta de cobre removible y con tornillo más arandelas (estos elementos deberán venir instalados de fábrica).

No se requiere provisión de puesta a tierra de baja tensión para los transformadores de 250 kVA y 333 kVA incluidos en el alcance de esta especificación, de conformidad con el requisito normativo aplicable.

Los puntos de conexión deberán estar claramente identificados mediante marcación permanente e indeleble.

El transformador deberá disponer de dos agarraderas normalizadas conforme a IEEE Std C57.12.20, aptas para fijación al apoyo y para las maniobras de transporte, izaje y montaje.

Tabla 6. Dimensiones de las agarraderas de los transformadores.

Tensión (kV)	Potencia (kVA)	Tipo de agarradera	L (mm)	Z(mm)
4.16 – 6.6	10, 25 y 50	A	285 (11-1/4")	380 ± 75 (15 ± 3")
	75,100,167,250	B	590 (23-1/4")	
12 – 13.2	10, 25 y 50	A	285 (11-1/4")	380 ± 75 (15 ± 3")
	75,100,167,250	B	590 (23-1/4")	
14 – 34.5	10, 25 y 50	A	285 (11-1/4")	420 ± 75 (16-1/2 ± 3")
	75,100,167	B	590 (23-1/4")	420 ± 75 (16-1/2 ± 3")
	250,333	B	590 (23-1/4")	495 ± 75 (19-1/2 ± 3")

Nota:

(1) Los diferentes tipos de agarradera se definen en la norma IEEE Std C57.12.20.

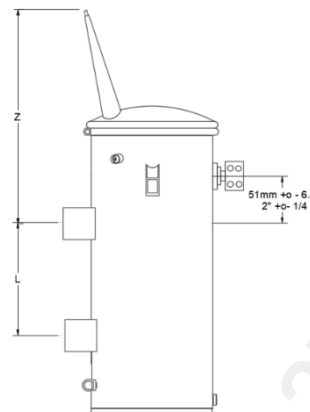


Figura 2. Distancias de las agarraderas

El conjunto núcleo-bobina deberá disponer de facilidades constructivas que permitan su extracción del tanque para fines de inspección, mantenimiento o reparación.

5.1.2.1.4. Accesorios

Cambiador de tomas

El transformador estará equipado con un cambiador de tomas externo para operación desenergizado, conforme al apartado 7.2.1 de la norma IEEE Std C57.12.20, el cual permitirá regular la tensión en las posiciones 0, $\pm 2.5\%$ y $\pm 5\%$. Todas las posiciones del cambiador deberán ser operativas y estar claramente identificadas mediante números o letras visibles en el mando de accionamiento, correspondiendo con la información indicada en la placa de características del equipo, incluyendo el porcentaje de regulación asociado a cada posición.

El mando del cambiador de tomas deberá ubicarse en un costado del tanque para su operación externa y estar diseñado para prevenir maniobras accidentales mediante un mecanismo que requiera una acción preliminar antes de efectuar el cambio de toma. Junto al mando deberá instalarse una señal de advertencia que indique la obligación de desenergizar el transformador antes de realizar cualquier operación.

El mecanismo de accionamiento deberá mantener su funcionalidad durante toda la vida útil del transformador y preservar la legibilidad de la identificación de las posiciones de ajuste.

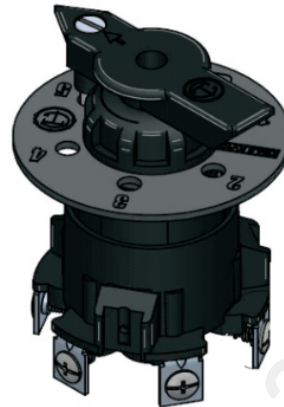


Figura 3. Intercambiador de tomas

Válvula de alivio de presión:

La presión interna del transformador puede incrementarse gradualmente debido a sobrecargas, altas temperaturas ambientales o fallas externas, entre otras causas. Para aliviar estas sobrepresiones el transformador deberá disponer de una válvula de alivio de presión instalada en la cuba, ubicada por encima del nivel del líquido aislante a 140 °C y conforme a los requisitos de la norma IEEE Std C57.12.20. La válvula deberá ser reemplazable y su ubicación no deberá interferir con los soportes de montaje, orejas de elevación, terminales, manivelas de interruptores ni otros accesorios.

La válvula deberá abrir y cerrar a las presiones especificadas y proporcionar el caudal de alivio requerido. Este dispositivo está destinado únicamente a aliviar incrementos graduales de presión y no está diseñado para liberar los aumentos dinámicos repentinos asociados a fallas internas de baja impedancia. La operación de la válvula podrá ocasionar la liberación de cantidades insignificantes de líquido aislante.

El puerto de entrada deberá ser de al menos 6.35 mm (1/4") y proporcionar el caudal mínimo definido por el fabricante. Las partes expuestas al ambiente deberán fabricarse con materiales resistentes a la corrosión, mientras que los empaques y sellos deberán ser compatibles con el líquido aislante y soportar las temperaturas máximas de operación. El puerto de ventilación deberá contar con protección que impida la entrada de polvo, humedad e insectos antes y después de la operación de la válvula.

La válvula deberá disponer de un anillo o argolla que permita la reducción manual de la presión hasta el nivel atmosférico mediante una pértiga estándar. El diámetro de la argolla deberá estar entre 21.8 mm y 22.4 mm (0.86" a 0.88"), soportando una fuerza estática de tracción de 112 N (25 lbf) aplicada durante un minuto sin deformación permanente. Asimismo, la válvula deberá soportar una fuerza estática de 445 N (100 lbf) aplicada durante un minuto a lo largo de su eje longitudinal en el punto más externo del dispositivo.



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

Las características mínimas de desempeño serán las siguientes:

- Presión de ventilación: 69 ± 13 kPa (medido) [10 ± 2 psig].
- Presión de sellado: mínimo 42 kPa (medido) [6 psig].
- Sin fugas a la presión de resellado hasta menos 56 kPa (medido) [8 psig].
- Flujo a 103 kPa (medido) [15 psig]: mínimo 16.5 L/s (35 SCFM), corregido a una presión absoluta de aire de 101 kPa (14.7 psi) y una temperatura de 21 °C.

El fabricante deberá demostrar mediante documentación de diseño, certificados de ensayo o reportes de pruebas que la válvula instalada cumple las características de presión de apertura, presión de sellado, resellado y caudal especificadas.

Marcación del nivel de aceite:

Debe ubicarse una marcación adecuada del nivel de aceite dentro del tanque para indicar el nivel correcto de líquido a 25 °C.

5.1.2.2. Características dimensionales.

Las dimensiones y los pesos aproximados, para las distintas potencias, son los siguientes:

Tabla 7. Dimensiones aproximadas de los transformadores.

Potencia kVA	10	25	50	75	100	167	250	333
Transformadores de 4.16 a 13.2 kV								
Altura total (mm/pulgadas)	1108 (43-5/8")	1108 (43-5/8")	1250 (49-7/16")	1336 (52- (51-1/4")	1300 (51-1/4")	1325 (52-1/8)	1350 (53-1/8")	N/A
Diámetro cuba (mm/pulgadas)	320 (12-19/32")	406 (16")	478 (18-13/16")	508 (20")	470 (18-1/2")	650 (25-19/32")	690 (27-5/32")	N/A
Fondo (mm/pulgadas)	615 (24-7/32")	676 (26-39/64")	749 (29-1/2")	800 (31-1/2")	850 (33-1/2")	880 (34-5/8")	900 (35-1/2")	N/A
Aceite (L)	46	61	100	130	160	176	240	N/A
Masa (kg)	115	172	288	375	450	755	830	N/A
Transformadores de 14 a 34.5 kV								
Altura total (mm/pulgadas)	1358 (53-1/2")	1358 (53-1/2")	1500 (59")	1550 (61")	1570 (62")	1600 (63")	1620 (64")	1490 (58-21/32")
Diámetro cuba (mm/pulgadas)	400 (15-3/4")	450 (17-3/4")	550 (21-11/16")	600 (23-5/8")	640 (25-13/64")	650 (25-19/32")	700 (27-1/2")	1010 (39-49/64")
Fondo (mm/pulgadas)	617 (24-9/32")	712 (28-1/32")	750 (29-17/32")	800 (31-1/2")	850 (33-15/32")	900 (35-7/16")	950 (37-13/32")	895 (35-1/4")
Aceite (l)	55	80	130	150	220	230	241	240
Masa (kg)	154	213	330	400	544	735	1005	1118



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

Se considera fondo a la dirección normal al poste, estando el transformador instalado en su posición natural. Los transformadores mayores a 75 kVA utilizan radiadores.

En todas las cotas se incluyen los elementos salientes del cuerpo del transformador, tales como herrajes, bornas, etc.

Las dimensiones indicadas son referenciales y podrán variar según el diseño del fabricante, siempre que no afecten la intercambiabilidad, instalación, seguridad operacional ni requisitos funcionales definidos en esta especificación.

5.1.2.3. Características eléctricas.

En este apartado se establecen las características eléctricas que deberán cumplir los transformadores, incluyendo sus valores nominales, niveles de aislamiento, límites térmicos, impedancia y demás parámetros de desempeño requeridos para garantizar su operación segura y confiable en las redes de distribución de EDEMET-EDECHI.

5.1.2.3.1. Valores Nominales

Las características eléctricas mínimas serán las establecidas en la tabla siguiente:

Tabla 8. Valores nominales.

Valores Nominales (kV)	4.16	6.6	12	13.2	14	34.5
Tensión primaria asignada (kV) ⁽¹⁾	2.4/4.16	6.6	12	7.6/13.2	14	19.9/34.5
Tensión secundaria asignada (V)	120/240, 240/480					
Potencias asignadas (kVA)	10, 25, 50, 75, 100, 167, 250, 333					
Tensión de cortocircuito	La impedancia deberá cumplir los valores indicados en la Tabla 13					
Tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) primaria (kV)	60	75	95	95	95	150
Tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) secundaria (kV)	30					
Frecuencia (Hz)	60					
Refrigeración	ONAN					
Elevación máx. de temperatura en el devanado (°C)	65 °C					
Tensión primaria soportada a baja frecuencia primaria (kV)	21	27	34			50
Tensión primaria soportada a baja frecuencia secundaria (kV)	30					
Voltaje mínimo de ruptura dieléctrica del aceite (kV)	>34					
Temperatura de Resistencia a la Flamabilidad del aceite	>160 °C					
⁽¹⁾ Tensión fase-neutro / Tensión fase-fase.						

⁽¹⁾ Tensión fase-neutro / Tensión fase-fase.



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

La temperatura ambiente de referencia será de 40 °C. El aumento promedio de temperatura de los devanados no deberá exceder 65 °C sobre la temperatura ambiente cuando sea determinada mediante el método de resistencia. Asimismo, el aumento de temperatura del líquido aislante medido en la parte superior del tanque no deberá exceder 65 °C, y la temperatura del punto más caliente del devanado no deberá superar 80 °C sobre la temperatura ambiente.

Los límites térmicos anteriores deberán cumplirse cuando el transformador opere continuamente a su potencia nominal y tensión secundaria asignada durante un período de 24 horas.

5.1.2.3.2. Pasatapas.

Los pasatapas de MT y BT deberán cumplir, como mínimo, los requisitos establecidos en las normas IEEE Std C57.19.100, IEEE Std C57.19.01, IEEE Std C57.12.00 e IEEE Std C57.12.20.

Sus características eléctricas mínimas serán las indicadas en la Tabla 9.

Tabla 9. Características de los pasatapas.

Bornas	4.16 kV	6.6 kV	12 kV	13.2 kV	14 kV	34.5 kV	B.T
Tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) primaria (kV)	60	75	95	95	95	150	30
Tensión soportada a frecuencia industrial en seco, 1 min (kV)	21	27	35	35	35	60	10
Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia, 10 s (kV)	20	24	30	30	30	50	6
Línea de fuga mínima mm (pulgadas)	≥ 400 (15.75)					≥ 862 (33.94)	---

Salvo indicación contraria, los pasatapas serán de color gris claro No. 70, correspondiente a la notación Munsell 5BG7.0/0.4, conforme al apartado 7.1.1 de la IEEE Std C57.12.20.

Los niveles de aislamiento para instalaciones a diferentes altitudes deberán corregirse de acuerdo con el apartado 4.3.2 de la IEEE Std C57.12.00.

Los pasatapas de media tensión deberán incorporar protectores avifauna antielectrocución.

Los pasatapas de media tensión deberán ser fabricados en porcelana para servicio exterior y cumplir los requisitos ambientales establecidos en el apartado 5.1.1 de esta especificación. La línea de fuga mínima de los pasatapas de media tensión deberá cumplir los valores particulares establecidos en la Tabla 9 de la presente especificación. La Tabla 10 se



incluye como referencia para la clasificación de los niveles de contaminación ambiental y no modifica los valores mínimos de línea de fuga definidos en la Tabla 9. En caso de diferencia, prevalecerán los requisitos de la Tabla 9.

Tabla 10. Valores de Referencia de Línea de fuga según nivel de contaminación.

Nivel de tensión (kV)	Tensión más elevada (kV)	Nivel de contaminación IEC 60815		
		Medio (II)	Alto (III)	Extremo (IV)
BT	BT	N/A		
10	12	➤ 175	➤ 300	➤ 400
Hasta 15	17.5	➤ 350	➤ 438	➤ 510
23	26.5	➤ 530	➤ 663	➤ 822
34.5	38	➤ 737	➤ 862	➤ 1060

5.1.2.3.3. Pérdidas

Las pérdidas en vacío y las pérdidas con carga deberán ser declaradas por el fabricante para cada potencia ofertada y verificadas mediante los ensayos establecidos en las normas IEEE Std C57.12.00 e IEEE Std C57.12.90. Las pérdidas en vacío deberán determinarse y corregirse a una temperatura de referencia de 20 °C, mientras que las pérdidas con carga deberán determinarse y corregirse a una temperatura de referencia de 85 °C.

Los valores garantizados no deberán exceder los límites especificados en las Tablas 11 y 12 de esta especificación.

Tabla 11. Pérdidas máximas en los transformadores.

Potencia nominal	<50 kVA	≥ 50 kVA
Pérdidas en vacío	0.4 % Sn*	0.3 % Sn*
Pérdidas en carga	1.5 % Sn*	1 % Sn*

*Siendo Sn la potencia nominal del transformador.

Los valores establecidos en la Tabla 12 corresponden a la aplicación de los límites porcentuales definidos en la Tabla 11 para las capacidades nominales normalizadas requeridas por EDEMET-EDECHI.

Ningún transformador podrá presentar pérdidas que superen en un 6% en el total de las pérdidas declaradas en la oferta técnica o en 10% en las pérdidas en vacío con respecto a las pérdidas declaradas originalmente con



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

la oferta técnica. Esta tolerancia será permitida siempre que los valores de pérdidas resultantes en los ensayos de cada transformador individual no sobrepasen los máximos indicados en la tabla 12.

No se aceptarán equipos con tolerancias que superen las pérdidas máximas establecidas en la tabla 12.

Los límites de pérdidas establecidos en esta especificación tienen por finalidad garantizar niveles adecuados de eficiencia energética, reducir las pérdidas técnicas de la red de distribución y optimizar el costo total de propiedad del activo durante su vida útil.

Tabla 12. Pérdidas máximas garantizadas.

Potencia (kVA)	Pérdidas en vacío (W)	Pérdidas en carga a 85°C (W)	Pérdidas totales (W)
10	40	150	190
25	100	375	475
50	150	500	650
75	225	750	975
100	300	1,000	1,300
167	501	1,670	2,171
250	750	2,500	3,250
333	999	3,330	4,329

5.1.2.3.4. Aceite aislante

El aceite aislante o dieléctrico deberá ser nuevo, de aceite mineral no usado, y cumplir los requisitos establecidos en la norma ASTM D3487.

Adicionalmente, el aceite suministrado deberá cumplir como mínimo con las siguientes características:

- Voltaje de ruptura dieléctrica superior a 34 kV, determinado conforme a los métodos de ensayo aplicables para aceites aislantes.
- Temperatura de Resistencia a la Flamabilidad del aceite superior a 160 °C, determinada conforme a los métodos de ensayo aplicables para aceites aislantes.

El fabricante deberá presentar, cuando sea requerido dentro del proceso de homologación o evaluación técnica, los informes de ensayo, certificados de laboratorio o documentación técnica que evidencien el cumplimiento de estos requisitos.



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

El aceite no deberá contener Policloruros de Bifenilos (PCB) ni alguno de sus derivados (como Pyranol, Inerteen, Chlorextol, Noflamol o Saf-T-Kuhl), ni compuestos polihalogenados u otras sustancias tóxicas que puedan representar riesgos para las personas, los equipos o el medio ambiente.

El aceite aislante utilizado deberá superar las pruebas exigidas en la norma ASTM D117.

El fabricante deberá garantizar que el aceite aislante suministrado se encuentra libre de sustancias prohibidas o restringidas aplicables al producto y que su fabricación, almacenamiento, transporte, instalación, operación y disposición final no genera riesgos inaceptables para la salud humana ni para el medio ambiente.

Asimismo, el fabricante deberá asegurar que los materiales y procesos utilizados en la fabricación del transformador minimicen la utilización de sustancias peligrosas y la generación de residuos peligrosos durante las etapas de fabricación, almacenamiento, instalación, operación y mantenimiento del equipo.

5.1.2.3.5. Impedancia de Cortocircuito

La impedancia porcentual declarada por el fabricante deberá cumplir los requisitos establecidos en la norma IEEE Std C57.12.20, edición vigente, para transformadores de distribución monofásicos tipo poste.

Los valores de impedancia correspondientes a cada potencia nominal deberán encontrarse dentro de los rangos establecidos en la Tabla 13. Los valores ofertados deberán ser verificados mediante los ensayos establecidos en IEEE Std C57.12.90.

Tabla 13. Impedancia de cortocircuito.

Potencia nominal (kVA)	(%)
10	1.0 a 3.0
25	1.0 a 3.0
50	1.5 a 3.0
75	1.5 a 3.0
100	2.0 a 3.0
167	2.0 a 3.0
250	2.5 a 3.0
333	2.5 a 3.0



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

Solo se aceptarán las tolerancias aplicables a la impedancia medida respecto al valor garantizado en la oferta técnica, conforme al apartado correspondiente de la sección 9 de IEEE Std C57.12.00 (tolerancia para impedancia) edición vigente, siempre que los resultados no excedan los límites establecidos en la Tabla 13.

Para los transformadores con impedancia de cortocircuito superior al 2.5 %, se permitirá una tolerancia de ± 7.5 % del valor ofertado. Para aquellos con una impedancia del 2.5 % o inferior se permitirá una tolerancia de ± 10 % del valor ofertado, siempre y cuando no superen los valores máximos indicados arriba.

No se aceptarán tolerancias que superen los valores de impedancia establecidos en la tabla 13.

El proveedor debe considerar los factores de diseño incluyendo el calibre y material conductor, dimensiones, arreglo y diseño del bobinado y estructura, temperatura, etc. así como los factores propios del proceso de fabricación que puedan afectar las pérdidas y la impedancia del transformador para garantizar los valores requeridos.

Los rangos de impedancia establecidos en esta especificación tienen como finalidad controlar las corrientes de cortocircuito disponibles en los bornes secundarios del transformador, contribuyendo a la adecuada coordinación de los dispositivos de protección de la red de distribución y a la reducción de los esfuerzos térmicos y mecánicos sobre los devanados durante condiciones de falla. Dado que la magnitud de la corriente de cortocircuito es inversamente proporcional a la impedancia del transformador, valores inferiores a los establecidos podrían generar niveles de corriente superiores a los considerados para el diseño y operación de las instalaciones, comprometiendo la selectividad de las protecciones, la integridad de los equipos asociados y la confiabilidad del sistema. Asimismo, los valores definidos buscan mantener un equilibrio adecuado entre la regulación de tensión, el desempeño operativo del transformador y la capacidad de limitación de corrientes de falla, considerando las capacidades normalizadas requeridas por EDEMET-EDECHI.

Capacidad de operación en paralelo

Los transformadores objeto de esta especificación deberán ser aptos para operar en paralelo con otros transformadores de características equivalentes instalados en la red de distribución de EDEMET-EDECHI.

Para la operación en paralelo deberán cumplirse, como mínimo, las siguientes condiciones:

- Igual relación de transformación y misma tensión secundaria asignada.
- Misma polaridad.



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

- Misma secuencia y designación de terminales aplicables.
- Igual frecuencia nominal.
- Valores de impedancia de cortocircuito comprendidos dentro de los rangos establecidos en la Tabla 13 de la presente especificación.
- Compatibilidad de derivaciones y posiciones del cambiador de tomas.

El fabricante deberá garantizar que el diseño ofertado no presente condiciones que puedan provocar circulación indebida de corrientes entre transformadores operando en paralelo, reparto inadecuado de carga o sobrecargas derivadas de diferencias de relación de transformación, polaridad o impedancia.

5.1.3. Identificación y marcado

Designación.

Los transformadores deberán identificarse mediante una designación compuesta por tres grupos de caracteres con el formato TPC-XX-YY, cuyos elementos tendrán el siguiente significado:

- TPC: Transformador Tipo Poste Convencional.
- XX: Potencia nominal del transformador, expresada en kVA.
- YY: Tensión nominal del sistema asociado al devanado primario, expresada en kV.

Ejemplo: TPC-50-13.2

Corresponde a un transformador monofásico tipo poste convencional, con una potencia nominal de **50 kVA** y diseñado para operar en un sistema de **13.2 kV**, con tensión primaria de **7.6 kV fase-tierra** cuando corresponda a sistemas conectados en estrella.

Nota aclaratoria para sistemas de 2.4 kV Delta o 4.16/2.4 kV Estrella: Dado que todos los transformadores contemplados en esta especificación se fabrican con dos (2) bushings en media tensión, la designación YY = 2.4 (por ejemplo, TPC-50-2.4) define una bobina primaria de 2.4 kV que permite operar de forma intercambiable tanto en sistemas Delta de 2.4 kV (conectado entre fases) como en sistemas Estrella de 4.16/2.4 kV (conectado entre fase y neutro), experimentando en ambos casos su tensión nominal de diseño.

La designación tendrá fines de identificación técnica, documental y logística. Las características eléctricas completas del transformador deberán verificarse mediante la placa de características, la documentación técnica del fabricante y los registros asociados al suministro.



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

Placa de características.

Sobre el tanque se instalará una placa de características de acero inoxidable o aluminio anodizado, donde se indicará, de forma legible, permanente e indeleble, la información establecida en el apartado 5.12.2 de IEEE Std C57.12.00 vigente. Para los transformadores objeto de esta especificación aplicarán las placas Tipo A y Tipo B.

La placa Tipo A corresponderá a transformadores con potencia nominal igual o inferior a 333 kVA y nivel de aislamiento BIL del devanado de media tensión inferior a 150 kV, aplicando a los sistemas de 4.16 kV, 6.6 kV, 12 kV, 13.2 kV y 14 kV. La placa Tipo B corresponderá a transformadores con potencia nominal igual o inferior a 333 kVA y nivel de aislamiento BIL de 150 kV, aplicando a los sistemas de 34.5 kV. No aplica la utilización de placas Tipo C, debido a que las potencias contempladas en esta especificación son iguales o inferiores a 333 kVA:

Tabla 14. Tipo de placa características.

Nº	Tipo A	Tipo B
1	Número de serie*	Número de serie*
2	Mes/año de fabricación	Mes/año de fabricación
3	Clase (ONAN)	Clase (ONAN)
4	Número de Fases	Número de Fases
5	Frecuencia	Frecuencia
6	kVA nominales*	kVA nominales*
7	Voltaje nominal*	Voltaje nominal*
8	Voltajes de derivaciones*	Voltajes de derivaciones*
9	Elevación de temperatura (°C)	Elevación de temperatura (°C)
10	Polaridad	Polaridad
11	Impedancia	Impedancia
12	-	BIL
13	Masa total aproximada o peso	Masa total aproximada o peso
14	Diagrama de conexión	Diagrama de conexión
15	Nombre y país del fabricante	Nombre y país del fabricante
16	Referencia de instrucciones de operación y mantenimiento	Referencia de instrucciones de operación y mantenimiento
17	La palabra "TRANSFORMADOR"	La palabra "TRANSFORMADOR"
18	Tipo de líquido aislante (preferiblemente el nombre genérico)	Tipo de líquido aislante (preferiblemente el nombre genérico)
19	Material de los conductores de cada bobinado	Material de los conductores de cada bobinado
20	Volumen de líquido	-



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

(*) El tamaño de las letras de la potencia, el número de serie y el rango de tensiones en ningún caso será inferior a 4 mm (3/16 "). La altura de otras letras y números será a opción del fabricante.

Identificación de potencia y empresa.

Adicionalmente, se indicará la potencia del transformador de manera indeleble y duradera mediante números de 76 mm (3") de alto por 51 mm (2") de ancho, centrados en el alto del tanque, y de forma que queden visibles una vez montado.

El transformador estará identificado con el logotipo de la marca registrada de la empresa en el país con letras 51 mm (2") x 38 mm (1.5").

Matriculado o número de activo.

Adicional al marcado se colocará un número de activo, secuencial de 7 caracteres, preferiblemente hecho en pintura resistente de color Negro, con fondo amarillo.

Las características de este número de matrícula se describen a continuación:

Letrero hecho con letra de moldes a pintura con 7 caracteres numéricos solamente, colocado a 0.15 metros de la base del transformador, estará orientado frente al observador, en dirección a las bornas del secundario de transformador.

Tanto la identificación de la potencia como la matriculación deberán ser pintadas en fábrica cumpliendo los requisitos de acabado y pintura indicados en los estándares de fabricación correspondientes. Bajo autorización de EDEMET-EDECHI se aceptará la colocación de una calcomanía o etiqueta para la matriculación, con los mismos parámetros de tamaño y diseño de letras, la cual debe ser resistente a las condiciones ambientales señaladas en el alcance de la presente especificación. Las etiquetas, marcaciones y sistemas de identificación deberán cumplir los requisitos de resistencia ambiental establecidos en el apartado 5.1.1 y mantener su legibilidad durante la vida útil del equipo.

Las características de la etiqueta y la matrícula hecha a pintura son las siguientes:

- Debe ser resistente al ambiente salino tropical.
- Resistente a los rayos ultravioletas.
- Cumplir con el estándar ASTM D4956 Tipo I.
- Auto adheribles a superficies de metal.
- Características dimensionales de la calcomanía:
299 mm de ancho X 65 mm de largo.



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

Características dimensionales de las letras:

- 35 mm de ancho X 45 mm de alto.
- Espacio entre letras de 5 mm, espaciado externo de 12 mm y espaciado superior e inferior de 10 mm.
- Tipo de Letras: Arial Black.
- Color de las letras: Negro.
- Resistentes a temperaturas de hasta 75 °C.

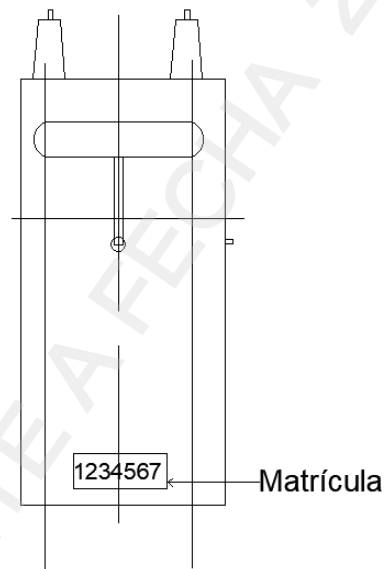


Figura 4. disposición de la matrícula

El adjudicatario de la compra enviará en su propuesta técnica al concurso el diseño de la calcomanía o etiqueta, la cual será aprobada por EDEMET-EDECHI.

EDEMET-EDECHI proporcionará el número secuencial en la orden de compra al adjudicatario de cada pedido.

5.2. Requisitos de adquisición.

Para definir los requisitos de adquisición del material, éstos estarán detallados en los siguientes puntos:

- Alcance de la oferta.
- Alcance del suministro.
- Requisitos de homologación.
- Garantía y seguridad de uso.
- Medioambiente.



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

5.2.1. Alcance de la oferta.

La oferta técnica deberá demostrar de forma clara, completa y documentada el cumplimiento de los requisitos establecidos en la presente especificación. Para ello, el oferente deberá suministrar toda la información técnica, comercial y documental necesaria para evaluar las características del producto ofertado, su conformidad con las normas y estándares aplicables, así como el cumplimiento de los requisitos de homologación, calidad, desempeño y trazabilidad exigidos por EDEMET-EDECHI. La documentación presentada formará parte integral de la evaluación técnica de la oferta y deberá permitir la verificación objetiva de cada uno de los requisitos aplicables.

5.2.1.1. Documentación para presentar con la oferta.

El ofertante adjuntará junto con la oferta económica, todos los documentos, en español, que considere oportunos para una definición lo más exacta posible del material a suministrar según la presente especificación, incluyendo como mínimo la que se indica a continuación:

- Ficha técnica de la oferta según formato ES.06722-FO.01, completada con las características particulares del fabricante.
- Catálogo comercial de los materiales ofertados, que muestren en detalle las características de todos y cada uno de los elementos.
- Plano dimensional acotado donde indiquen las dimensiones generales, taladros, accesorios y marcación (en caso de ser requerido).
- Ficha técnica y certificados del aceite aislante.
- Instrucciones de transporte, manipulación, armado e instalación en español (en caso de ser requerido).
- El oferente deberá indicar en la ficha en la parte de observaciones aquellos requisitos que no cumple, identificando la evidencia documental correspondiente. Toda desviación o excepción deberá quedar registrada y justificada dentro de dicha ficha. En ausencia de excepciones declaradas se entenderá que el fabricante acepta íntegramente los requisitos de la presente especificación.
- El fabricante deberá indicar expresamente la edición aplicable de cada norma IEEE, IEC y ASTM declarada en su oferta.
- El fabricante deberá indicar si el diseño ofertado cuenta con homologación vigente de EDEMET-EDECHI. En tal caso, deberá aportar la certificación correspondiente. Cuando el diseño corresponda a una nueva versión derivada de un diseño previamente homologado, deberá identificar las diferencias técnicas aplicables.
- Evidencia documental del sistema de gestión de calidad aplicable o certificaciones disponibles relacionadas con el centro de producción.



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

- Reportes de ensayos de diseño aplicables, emitidos conforme a las normas IEEE, IEC o ASTM declaradas en la oferta.

La presentación completa de la documentación requerida en este apartado, incluyendo la ficha técnica ES.06722-FO.01 y las observaciones de no cumplimiento, constituye un requisito esencial de evaluación. La omisión de esta información podrá ser motivo de exclusión de la oferta.

5.2.1.2. Mantenimiento y repuestos

De cara a dar servicio durante la vida útil del equipo, el suministrador incluirá en su oferta un desglose de precios estimados de todos los elementos fungibles, así como repuestos de material y componentes más habituales del equipo, y de la mano de obra asociada, si aplicase. También se incluirán las herramientas o equipos específicos necesarios para efectuar la gama de mantenimiento recomendada por los procedimientos del fabricante.

De requerirse mano de obra en las instalaciones de EDEMET-EDECHI para labores de mantenimiento, así como cualquier otro trabajo de asistencia postventa, se deberá cumplir la normativa referente a accesos a instalaciones, consideraciones relativas a la prevención de riesgos laborales y protección medioambiental, así como el reglamento de servicio de EDEMET-EDECHI aplicables en caso de requerir intervenir las redes de distribución.

5.2.2. Alcance del suministro

Los suministros comerciales regulares deberán corresponder a productos y centros de producción homologados conforme al procedimiento PE.01285.

La utilización de prototipos, muestras, pruebas piloto o pedidos controlados se gestionará conforme a los mecanismos previstos en dicho procedimiento.

Se detallan los requisitos que forman parte del suministro del material objeto del presente documento.

5.2.2.1. Material y transporte

El alcance del suministro comprende Transformador Monofásico Convencional tipo Poste con todos los accesorios requeridos en la presente especificación, incluido el embalaje y transporte hasta el almacén central de EDEMET-EDECHI.

El material será rechazado si sufre deterioro en su manipulación y transporte.

El fabricante preparará todas las piezas y materiales objeto de esta especificación para embarque, de modo tal de protegerlos contra daños



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

durante los trabajos de carga, descarga, embarque, transporte y almacenamiento en un ambiente tropical con alta temperatura y humedad.

El material se empacará de manera tal que sea aceptado por los transportistas comerciales y asegure la tarifa más baja hasta el punto de entrega, a menos que se especifique lo contrario en la orden de compra o pedido.

Los transformadores deberán ser embarcados completos, con todos los accesorios para su inmediata instalación.

El envío estará adecuadamente reforzado para su transporte terrestre y marítimo, y para resistir su almacenamiento a la intemperie en una zona tropical con alta temperatura, alta humedad y frecuentes lluvias.

Los transformadores deben ser transportados cumpliendo con las disposiciones legales existentes en el país de destino, en cuanto a movimiento de cargas y de acuerdo con los procedimientos y prácticas comerciales normalmente aceptadas y establecidas, para que las unidades no sufran ningún tipo de daño, golpe, deterioro o escape del aceite aislante. En caso de daños durante el transporte, el suministrador será responsable de cualquier operación de remoción, recuperación, limpieza, descontaminación, embalaje, transporte y disposición final del líquido, materiales y equipo utilizado, y costeará los gastos en que se incurra.

5.2.2.2. Documentación del suministro

Dentro del alcance del suministro a presentar con cada pedido, queda incluida la documentación técnica correspondiente al material a suministrar. Dentro de los cuales se encuentran:

- Planos de montaje o documentación técnica en español correspondiente al equipo o material a suministrar.
- Lista de componentes del material a suministrar (en caso de ser elementos separados).
- Protocolo de los ensayos individuales o de rutina realizados al material.
- Protocolos de ensayos de recepción (en caso de ser requeridos).
- Instrucciones de instalación, operación y de mantenimiento, en español.
- Toda la documentación técnica, certificados, reportes de ensayo y planos deberán suministrarse también en formato digital editable y PDF.



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

El suministrador deberá suministrar a la EDEMET-EDECHI, los planos de taller de cada tipo de transformador que indique esta especificación previos al inicio de producción.

Los planos de taller deberán mostrar con mayor detalle que los planos dimensionales generales o comerciales, todos y cada uno de los elementos integrantes de los transformadores, elementos de izaje y de montaje, accesos para cables, puertas y cerraduras y demás accesorios de medición, operación, placa de identificación y las marcaciones requeridas en esta especificación, así como las requeridas por los estándares de fabricación pertinentes. Las dimensiones pertinentes, los datos característicos, peso y las especificaciones del líquido aislante deberán ser también indicados.

Cualquier variación en las dimensiones debido a las tolerancias de fabricación se debe indicar.

5.2.2.3. Asistencia técnica y formación

La asistencia técnica y la formación serán por cuenta del suministrador, quien impartirá al personal de EDEMET-EDECHI la formación técnica adecuada, tanto para instalación y puesta en servicio de los componentes, como para su mantenimiento y operación. Para ello, el suministrador aportará todo el material didáctico, manuales, programas y demás instrumentos que se consideren necesarios.

El fabricante deberá disponer de los medios técnicos que posibiliten la formación y asistencia remota, de ser necesario.

5.2.2.4. Aseguramiento de la calidad

El material por suministrar y el centro de producción donde se fabrique deberán estar previamente homologados por EDEMET-EDECHI conforme a los requisitos establecidos en el apartado 5.2.3. El aseguramiento de la calidad tendrá como finalidad verificar que los materiales suministrados mantienen las características técnicas, constructivas, funcionales y de desempeño correspondientes al diseño homologado.

EDEMET-EDECHI establecerá un proceso de aseguramiento de la calidad basado en:

- Ensayos de diseño.
- Ensayos ambientales complementarios de diseño.
- Ensayos individuales o de rutina.
- Ensayos de recepción.
- Muestreo de aceite dieléctrico.



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

- Tolerancias.
- Inspecciones de fabricación.

Dentro del alcance del suministro, quedan incluidos los ensayos individuales o de rutina y los de recepción, en caso de ser requeridos, de acuerdo con las normas y estándares identificados en el apartado 3 del presente documento.

A fin de asegurar el cumplimiento por parte del suministrador de los requerimientos de calidad en cada uno de los aspectos mencionados, se comunicará a éste las desviaciones o no conformidades inmediatamente una vez detectadas. Se considerarán desviaciones:

- Todo cambio respecto a los requerimientos recogidos en este documento de especificación del pedido que no haya sido previamente aprobado por EDEMET-EDECHI como excepción.
- Cualquier resultado no conforme de los controles dimensionales, ensayos, inspecciones o pruebas que se efectúen durante el proceso de fabricación y en las finales o de funcionamiento.
- Inadecuada calibración de los equipos de control, medida y ensayo, ya sean de laboratorio o cualquier etapa del proceso productivo.
- Cualquier parte del suministro que no esté de acuerdo con el contrato o los documentos aprobados.

Al producirse una desviación o no conformidad, el suministrador establecerá las medidas necesarias y enviará a EDEMET-EDECHI un informe para su aprobación en el que describirá el problema y hará una propuesta de solución.

Los ensayos podrán realizarse en fábrica o laboratorio acreditado ISO/IEC 17025 y EDEMET-EDECHI podrá presenciar su ejecución.

Todos los ensayos deberán realizarse de acuerdo con la norma IEEE Std C57.12.90.

A no ser que se especifique lo contrario, las pruebas deben llevarse a cabo únicamente en la fábrica, de acuerdo con el apartado 8 de la norma IEEE Std C57.12.00.

Toda la documentación generada durante las actividades de aseguramiento de la calidad formará parte de las evidencias técnicas del producto y deberá conservarse conforme a los requisitos establecidos en el apartado 5.2.3.5 Trazabilidad, Gestión Documental y Auditorías.



5.2.2.4.1. Ensayos de diseño

Para fines de homologación los transformadores deberán satisfacer los ensayos de diseño establecidos en las normas aplicables indicadas en el apartado de Documentos de Referencia, incluyendo las normas IEEE Std C57.12.00, IEEE Std C57.12.20, IEEE Std C57.12.39 e IEEE Std C57.12.90, así como los requisitos particulares establecidos en la presente especificación y el procedimiento PE.01285.

Los ensayos de diseño deben ser realizados en transformadores de nuevo diseño o sus componentes o partes, para determinar la adecuación a un determinado tipo, diseño, estilo o modelo en particular. Estos ensayos de diseño son realizados en modelos representativos o prototipos para comprobar los valores nominales designados de los transformadores con el mismo diseño básico. Estos ensayos de diseño no están destinados a utilizarse como parte de la producción normal.

Los ensayos de diseño tendrán como objetivo validar un diseño representativo y demostrar que las características eléctricas, mecánicas, térmicas, ambientales y constructivas cumplen con los requisitos establecidos para el producto homologado.

Los reportes de ensayo deberán corresponder al producto evaluado. La aceptación de ensayos correspondientes a variantes, diseños similares o familias de productos estará sujeta a la evaluación realizada conforme al procedimiento PE.01285.

Como mínimo, para fines de homologación, el fabricante deberá disponer de evidencias documentales de los siguientes ensayos de diseño:

Ensayos eléctricos:

- Verificación de la relación de transformación del diseño representativo.
- Impedancia de cortocircuito.
- Pérdidas en vacío.
- Pérdidas con carga.
- Corriente de excitación.
- Ensayos dieléctricos.
- Ensayos de impulso tipo rayo (BIL).
- Verificación de coordinación de aislamiento.

Ensayos térmicos:

- Ensayo de elevación de temperatura.
- Verificación de temperatura promedio de devanados.



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

- Verificación de temperatura de punto caliente.

Ensayos mecánicos y estructurales:

- Ensayos de resistencia mecánica del tanque.
- Ensayos de presión estática.
- Verificación de integridad estructural del tanque.
- Ensayos de coordinación de presión y alivio de presión conforme a IEEE Std C57.12.39.

Ensayos ambientales y de corrosión

Los requisitos de corrosión, recubrimiento y resistencia ambiental se establecen en los apartados 5.1.1 Condiciones ambientales de diseño y 5.1.2 Diseño y construcción, y su cumplimiento se verificará mediante los ensayos definidos en el apartado 5.2.2.4.2 Ensayos ambientales complementarios de diseño.

Los reportes de ensayos de diseño utilizados para homologación deberán cumplir los requisitos documentales establecidos en el apartado 5.2.3.1 Información y Evidencias para Homologación.

5.2.2.4.2. Ensayos ambientales complementarios de diseño

Los ensayos establecidos en este apartado se clasifican como ensayos de diseño complementarios y tienen por finalidad demostrar el cumplimiento de los requisitos ambientales establecidos en el apartado 5.1.1 Condiciones ambientales de diseño. Estos ensayos deberán realizarse como parte del proceso de homologación inicial del producto y del sistema de protección superficial, y sus reportes formarán parte del expediente técnico de homologación.

Los ensayos podrán efectuarse sobre paneles representativos preparados con los mismos materiales, métodos de preparación superficial, sistemas de recubrimiento, espesores, procedimientos de aplicación y procesos de curado utilizados en la fabricación normal de los transformadores.

Estos ensayos no deberán repetirse sobre cada transformador terminado ni se considerarán ensayos individuales o de rutina. Su repetición podrá ser requerida cuando se produzcan cambios en los materiales, formulaciones, proveedores, espesores, métodos de preparación superficial, procesos de aplicación o curado, centro de producción u otras condiciones que puedan modificar el desempeño del sistema de protección superficial; cuando se actualicen los requisitos normativos aplicables; cuando se detecten incumplimientos; o cuando lo determine dentro de un proceso de reevaluación, renovación o control de cambios del producto homologado.



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

Cuando estos ensayos sean requeridos específicamente como parte de una inspección o recepción de un lote, su alcance, muestra, laboratorio, criterios de aceptación y responsabilidades económicas deberán establecerse previamente en la orden de compra, plan de inspección o comunicación formal correspondiente.

Ensayos mínimos requeridos

Los reportes de ensayo deberán corresponder al producto evaluado. La aceptación de ensayos correspondientes a variantes, diseños similares o familias de productos estará sujeta a la evaluación realizada conforme al procedimiento PE.01285:

- **Ensayo de niebla salina (Salt Spray Test)**

Ensayo destinado a verificar la resistencia del sistema de recubrimiento frente a ambientes salinos y altamente corrosivos.

- **Ensayo de adherencia (Cross Hatch Adhesion Test)**

Ensayo destinado a verificar la adherencia entre capas del sistema de recubrimiento y entre el recubrimiento y el sustrato metálico.

- **Ensayo de humedad (Humidity Test)**

Ensayo destinado a verificar la resistencia del sistema de protección superficial frente a ambientes con elevada humedad relativa y condensación.

- **Ensayo de impacto (Impact Test)**

Ensayo destinado a verificar la resistencia mecánica del recubrimiento frente a golpes y esfuerzos mecánicos que puedan ocurrir durante transporte, instalación u operación.

- **Ensayo de envejecimiento acelerado por radiación ultravioleta**

Ensayo destinado a verificar la estabilidad del color, apariencia y propiedades del recubrimiento frente a la exposición prolongada a radiación solar.

- **Ensayo de compatibilidad con fluido aislante**

Ensayo destinado a verificar la resistencia del sistema de recubrimiento frente al contacto accidental con aceite aislante u otros fluidos utilizados en el transformador.

- **Ensayo de abrasión**

Ensayo destinado a verificar la resistencia al desgaste superficial provocado por manipulación, transporte o exposición ambiental.

- **Ensayo de resistencia al desprendimiento por impacto de partículas**

Ensayo destinado a verificar la resistencia del sistema de recubrimiento frente a impactos de partículas sólidas y condiciones similares a las encontradas durante la vida útil del transformador.



Requisitos de aceptación

Los resultados obtenidos deberán demostrar que el sistema de recubrimiento mantiene sus propiedades de protección, adherencia e integridad superficial sin presentar deterioros significativos que comprometan la protección anticorrosiva del transformador.

No serán aceptables sistemas de protección superficial que presenten evidencia de:

- Corrosión acelerada.
- Desprendimiento de recubrimientos.
- Fisuración.
- Ampollamiento.
- Pérdida significativa de adherencia.
- Deterioro que comprometa la protección del sustrato metálico.

5.2.2.4.3. Ensayos individuales o de rutina

Los ensayos de rutina o individuales en fábrica serán realizados a todos los productos terminados según los requerimientos de las normas IEEE Std C57.12.90, IEEE Std C57.12.20 y estándares establecidos en el apartado 3 del presente documento.

Los transformadores deberán satisfacer los ensayos individuales establecidos en el apartado 8.2 de la norma IEEE Std C57.12.00.

Los ensayos de rutina deberán realizarse sobre cada transformador terminado y deberán quedar registrados mediante protocolos de ensayo individuales identificados por número de serie.

Los protocolos de ensayo formarán parte de la documentación técnica del producto y deberán gestionarse conforme a los requisitos establecidos en el apartado 5.2.3.5.

Como mínimo, deberán realizarse los siguientes ensayos:

Ensayos de desempeño

Los resultados de pérdidas, impedancia y demás parámetros garantizados deberán cumplir los límites establecidos en esta especificación.

No se aceptarán resultados que excedan los valores máximos permitidos.

- Medición de la relación de transformación a la tensión nominal y en todas las posiciones de derivación.
- Verificación de polaridad.
- Medición de resistencia de devanados.
- Pérdidas en vacío.



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

- Pérdidas con carga.
- Pérdidas totales.
- Corriente de excitación.
- Impedancia de cortocircuito.
- Verificación de tensión de aislamiento.
- Pruebas de operación de todos los accesorios.

Dieléctrico:

- Ensayo de tensión aplicada a baja frecuencia, cuando resulte aplicable conforme a IEEE Std C57.12.00 e IEEE Std C57.12.90.
- Ensayo de tensión inducida, cuando resulte aplicable conforme a IEEE Std C57.12.00 e IEEE Std C57.12.90.
- Verificación de los niveles de aislamiento establecidos para el diseño aprobado.

Verificación constructiva:

- Identificación y marcación.
- Placa de características.
- Estado de terminales y pasatapas.
- Correcta instalación de accesorios.
- Sistema de puesta a tierra.
- Dispositivos de alivio de presión.
- Cambiador de derivaciones.
- Accesorios exigidos por esta especificación.

Verificación de hermeticidad e integridad:

- Ausencia de fugas de aceite.
- Integridad del tanque.
- Correcta operación de los dispositivos de alivio de presión cuando aplique.
- Correcta instalación de empaques y sistemas de sellado.

Verificación Documental:

Los protocolos de ensayo deberán identificar inequívocamente la unidad ensayada y contener la información mínima necesaria para garantizar su trazabilidad conforme al apartado 5.2.3.5.



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

Los protocolos de ensayo deberán identificar claramente el equipo ensayado, el número de serie, la fecha de ejecución, los instrumentos utilizados y los resultados obtenidos. Dichos protocolos formarán parte de la documentación técnica asociada al suministro.

Cuando alguno de los ensayos de rutina no cumpla con los criterios de aceptación establecidos, el fabricante deberá realizar el análisis correspondiente, documentar la causa de la desviación e implementar las acciones necesarias antes de proceder con el suministro del transformador.

5.2.2.4.4. Ensayos de recepción

Después de recibir y evaluar los protocolos correspondientes al pedido, EDEMET-EDECHI se reserva el derecho de seleccionar una muestra para repetir, con carácter de ensayo de recepción, los ensayos individuales o de rutina establecidos en el apartado 5.2.2.4.3, así como las verificaciones dimensionales, constructivas, documentales y funcionales aplicables. La repetición de ensayos de diseño deberá establecerse expresamente en la orden de compra, el plan de inspección o una comunicación formal de EDEMET-EDECHI.

Los ensayos se realizarán bajo los siguientes términos:

- En caso de un fallo, se repetirá el ensayo sobre el doble de la muestra. Un fallo más determinará el rechazo del lote o pedido.
- Las condiciones de realización de los ensayos de producto terminado, así como los procedimientos y requisitos de aceptación, serán los mismos requerimientos de las normas y estándares utilizados para los ensayos individuales o de rutina.

El fabricante deberá disponer de los medios técnicos que posibiliten la asistencia remota a los ensayos, de ser necesario.

Muestreo de aceite dieléctrico

Antes de que los transformadores salgan de la fábrica, se deberá entregar a EDEMET-EDECHI un análisis previo del lote en el cual se deberá indicar la existencia o no de PCB u otro tóxico y sus concentraciones.

El muestreo del lote debe ser en relación de 1 a 20, es decir, de cada 20 transformadores o menos, se analizará uno. En este análisis, se indicará: marca y número de serie del transformador analizado, las características físicas y químicas del aceite y los tóxicos presentes (si los tiene, con sus concentraciones en ppm).

5.2.2.4.5. Tolerancias

Las tolerancias para los valores especificados de impedancia, de pérdidas y las tolerancias permitidas en los equipos de medida de pérdidas serán los establecidos en el apartado 9 de la norma IEEE Std C57.12.00 siempre que



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

se cumplan los requerimientos y valores máximos establecidos en esta especificación.

5.2.2.4.6. Inspecciones de fabricación

EDEMET-EDECHI o sus representantes podrán realizar inspecciones de fabricación para verificar el cumplimiento de los requisitos técnicos, dimensionales, constructivos y de calidad aplicables al producto objeto del suministro.

El fabricante deberá facilitar el acceso a las instalaciones, procesos, registros y documentación necesarios para verificar el cumplimiento de los requisitos aplicables al producto homologado y al pedido correspondiente.

Cuando se detecten desviaciones o no conformidades durante las inspecciones, el fabricante deberá presentar el análisis correspondiente y las acciones correctivas propuestas antes de la aceptación del suministro.

Los registros generados durante las inspecciones de fabricación formarán parte de la documentación técnica asociada al producto y deberán conservarse conforme a los requisitos establecidos en el apartado 5.2.3.5.

5.2.3. Requisitos de homologación.

La homologación de los productos y centros de producción comprendidos en esta especificación se realizará conforme al procedimiento PE.01285 Homologación de Materiales y Centros de Producción. La evaluación del fabricante y del suministrador se regirá por los criterios establecidos en dicho procedimiento.

La homologación tendrá como finalidad verificar el cumplimiento sostenido de los requisitos técnicos, normativos, constructivos, funcionales, ambientales y documentales aplicables al producto y al centro de producción.

Los requisitos establecidos en la presente sección complementan dicho procedimiento y definen los requisitos técnicos particulares aplicables a los transformadores monofásicos tipo poste convencionales objeto de esta especificación.

En todo lo relacionado con categorías de homologación, vigencias, auditorías, homologación de productos, homologación de centros de producción, criterios de evaluación, seguimiento, suspensión, cancelación o gestión administrativa del proceso de homologación, prevalecerá lo establecido en el procedimiento PE.01285.

5.2.3.1. Información y Evidencias para Homologación

Las evidencias utilizadas para homologación podrán incluir los resultados generados durante los procesos de Aseguramiento de la Calidad descritos en el apartado 5.2.2.4.



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

Como parte del proceso de homologación, el fabricante deberá presentar la documentación técnica necesaria para demostrar de forma objetiva, trazable y documentada el cumplimiento de los requisitos establecidos en esta especificación. Como mínimo, deberá presentar la documentación indicada en el apartado 5.2.1.1 Documentación para presentar con la oferta.

La información presentada deberá identificar para cada requisito aplicable la evidencia documental utilizada para demostrar su cumplimiento, indicando como mínimo el nombre del documento, número de revisión, fecha de emisión y ubicación dentro del expediente técnico correspondiente.

La documentación podrá incluir, según corresponda:

- Fichas técnicas.
- Planos y dibujos de fabricación.
- Catálogos.
- Manuales.
- Reportes de ensayos de diseño o tipo.
- Reportes de ensayos de rutina.
- Certificados de materiales y componentes.
- Certificados del aceite aislante.
- Certificados del sistema de protección anticorrosiva.
- Certificados ISO aplicables.
- Declaraciones de cumplimiento normativo.
- Documentación asociada a cambios aprobados.

La ausencia de evidencia documental aplicable podrá ser considerada como incumplimiento del requisito correspondiente y motivo de rechazo del proceso de homologación.

5.2.3.2. Homologación de producto

La homologación aplicará únicamente a los productos, modelos, diseños, potencias, tensiones, centros de producción o familias de productos expresamente evaluados y aprobados conforme al procedimiento PE.01285.

La inclusión de un producto dentro del alcance de esta especificación no implica su homologación automática.

La homologación del producto se sustentará en las evidencias documentales definidas en el apartado 5.2.3.1 Información y Evidencias



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

para Homologación, en los ensayos de diseño establecidos en el apartado 5.2.2.4.1 y en los ensayos ambientales complementarios de diseño establecidos en el apartado 5.2.2.4.2, cuando resulten aplicables.

Estos ensayos tipo o de diseño son de tal naturaleza, que, después de haberlos efectuado, no es necesario repetirlos salvo que ocurra alguna de las siguientes circunstancias:

- Se realicen cambios en los materiales utilizados o en el diseño del material o equipo susceptibles a modificar sus características.
- Se detecten incumplimientos al realizar los ensayos individuales o de rutina.
- Se modifiquen o actualicen las presentes especificaciones técnicas, las normas o estándares de fabricación de forma que afecte las características del material o equipo.
- Al vencimiento o término de la certificación u homologación de EDEMET-EDECHI para el material o equipo.

5.2.3.3. Homologación de centro de producción

El centro de producción deberá cumplir los requisitos de gestión de calidad y gestión ambiental establecidos en el procedimiento PE.01285. Las certificaciones ISO 9001, ISO 14001 u otras certificaciones aplicables serán consideradas conforme a los criterios de evaluación y categorización establecidos en dicho procedimiento.

Se valorará positivamente que el centro de producción disponga de una certificación de gestión ambiental vigente, emitida por una entidad certificadora independiente y acreditada.

Como parte de la homologación inicial del centro de producción, se realizará la evaluación o auditoría que corresponda conforme al procedimiento PE.01285.

5.2.3.4. Vigencia y Control de Cambios del Producto Homologado

La vigencia de la homologación, las categorías aplicables y los mecanismos de revisión, seguimiento, suspensión o cancelación se registrarán por lo establecido en el procedimiento PE.01285.

Los requisitos establecidos en el presente apartado complementan los criterios de control de cambios definidos en dicho procedimiento para los productos objeto de esta especificación.

El mantenimiento de las condiciones de homologación requerirá que no se produzcan modificaciones que afecten el desempeño, seguridad, confiabilidad o cumplimiento de los requisitos establecidos en esta especificación.



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

El fabricante deberá mantener un proceso formal de control de cambios y notificar previamente a EDEMET-EDECHI cualquier modificación relacionada con:

- Diseño.
- Materiales.
- Componentes críticos.
- Procesos de fabricación.
- Centro de producción.
- Subproveedores críticos.
- Normas aplicadas.
- Métodos de ensayo utilizados para demostrar conformidad.

Toda solicitud de cambio deberá estar respaldada por documentación técnica que permita evaluar su impacto sobre el desempeño y cumplimiento del producto. Ningún cambio se considerará aprobado hasta haber sido evaluado y aceptado formalmente por EDEMET-EDECHI.

EDEMET-EDECHI podrá solicitar información adicional, certificados, documentación técnica, ensayos complementarios, reevaluaciones parciales, auditorías o un nuevo proceso de homologación cuando resulte necesario para verificar el mantenimiento de las condiciones de homologación.

La implementación de modificaciones sin la debida notificación o aprobación podrá dar lugar a la suspensión de la homologación, rechazo de suministros, actualización obligatoria del expediente técnico o inicio de un nuevo proceso de homologación.

Toda la documentación asociada a cambios aprobados deberá mantenerse bajo los criterios de trazabilidad y gestión documental establecidos en el apartado 5.2.3.5.

5.2.3.5. Trazabilidad, Gestión Documental y Auditorías

Sin perjuicio de los documentos presentados durante la evaluación conforme al apartado 5.2.3.1, la documentación deberá conservarse durante el período establecido en el procedimiento PE.01285 y, como mínimo, durante toda la vigencia de la homologación y el período de garantía aplicable, prevaleciendo el plazo más extenso.

Los requisitos establecidos en este apartado complementan los criterios de trazabilidad, gestión documental y auditoría definidos en el procedimiento PE.01285 para los productos homologados.

El fabricante deberá garantizar la trazabilidad completa de cada transformador homologado durante el periodo de conservación documental



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

aplicable. La trazabilidad deberá asegurar la correspondencia entre la identificación física del equipo, los registros de fabricación, materiales principales, ensayos realizados, certificados emitidos, documentación técnica y expediente de homologación asociado.

La trazabilidad deberá permitir relacionar como mínimo:

- Fabricante.
- Centro de producción.
- Diseño homologado.
- Modelo.
- Número de serie.
- Fecha de fabricación.
- Lote de fabricación.
- Materiales principales.
- Resultados de ensayos.
- Certificados asociados.
- Expediente técnico correspondiente.

El fabricante deberá implementar un sistema de gestión documental que garantice la identificación, control de revisiones, conservación, recuperación y disponibilidad de la documentación técnica asociada al producto homologado.

Como mínimo deberán conservarse:

- Expedientes de homologación.
- Protocolos de ensayos de diseño.
- Protocolos de ensayos de rutina.
- Registros de fabricación.
- Certificados de materiales.
- Certificados del aceite aislante.
- Certificaciones ISO aplicables.
- Declaraciones de cumplimiento normativo.
- Planos vigentes.
- Registros de cambios evaluados, aprobados, rechazados o pendientes de implementación.
- Documentación de recepción.



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

- Demás evidencias utilizadas para demostrar conformidad.

Durante la vigencia de la homologación, EDEMET-EDECHI podrá realizar auditorías de seguimiento técnicas, documentales, de calidad o de control de cambios para verificar la disponibilidad de registros y la correspondencia entre el producto homologado y el efectivamente suministrado.

La ausencia de documentación, la pérdida de trazabilidad o las inconsistencias documentales podrán considerarse no conformidades técnicas y podrán dar lugar a reevaluaciones, suspensión de la homologación o rechazo de los suministros afectados.

5.2.4. Garantía y seguridad de uso.

Los requisitos y recomendaciones de la presente especificación no eximen al fabricante/proveedor, de la responsabilidad de un diseño y una construcción adecuados al servicio y uso destinado para este producto.

El suministrador debe incluir en el suministro la información relativa al procedimiento de instalación y recomendaciones para proteger los materiales de agentes externos que puedan afectar su desempeño tales como; lluvia, animales, temperaturas elevadas, contaminación, etc.

El suministrador debe indicar las condiciones mínimas de seguridad y prevención de riesgos (advertencias y precauciones) que se deben seguir para garantizar la seguridad del personal y del producto ante una utilización incorrecta del mismo.

El suministrador garantizará la calidad técnica del material ofrecido, por un período mínimo de 2 años contados a partir de la fecha real de recepción (consignación) de cada pedido.

Durante este plazo, se comprometerá a la reposición total del material que presente fallas atribuibles al diseño y/o proceso de fabricación. El fabricante deberá hacerse cargo de todos los gastos derivados de la reposición de los materiales o partes defectuosas.

Durante el período de garantía, ante la falla de alguna de las unidades, se informará al fabricante la ocurrencia del evento, ante lo cual el fabricante tendrá un plazo máximo de 30 días naturales contados a partir de la fecha de notificación, para apersonar un representante técnico, a su costo, y proceder a la determinación de la causa de la falla juntamente con la distribuidora.

En la eventualidad de existir discrepancia, las partes de común acuerdo solicitarán la realización de un nuevo peritaje a un organismo externo. En este caso, si el peritaje confirma alguno de los diagnósticos iniciales de una de las partes, el costo de este será de cuenta de aquella que hubiese estado errada.

Se definirá como falla repetitiva aquella que afecte en 3 ocasiones a unidades que lleven instaladas menos de un año o en 4 ocasiones a unidades que lleven menos de 18 meses y cuyo origen sea de similares causas, afectando unidades de características comunes.



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

Cuando se produzcan fallas repetitivas en unidades de una misma partida que sean imputables a vicios ocultos, defectos de fabricación o del material, el fabricante procederá a reemplazar todas las unidades que integren la partida, a su exclusiva cuenta y cargo.

Adicionalmente, si dentro de los procesos de determinación de causas de fallas se descubriese que, independiente de las unidades que hubieren sido afectadas y los plazos transcurridos, existen motivos fundados sobre un defecto de fabricación a juicio de las partes y/o del perito designado para estos fines, tal defecto será catalogado como falla repetitiva, al objeto de evitar un mal mayor en las instalaciones de la distribuidora o una afectación a la calidad de servicio eléctrico.

También se considerará falla repetitiva cuando se identifique una causa raíz común asociada a un defecto de diseño, fabricación o materiales que pueda afectar la confiabilidad de otras unidades del mismo lote o familia de diseño.

Las fallas ocurridas en garantía deberán acompañarse de un informe de análisis de causa raíz y acciones correctivas emitido por el fabricante.

Si el suministrador no se hiciera cargo de esta garantía a satisfacción de la distribuidora significará que se lo elimine del Registro de Proveedores Homologados. Estas condiciones generales deberán ser ratificadas explícitamente por el suministrador en su oferta.

5.2.5. Medioambiente.

Se tomará en cuenta positivamente las acciones encaminadas a minimizar el impacto de las actividades del suministrador y las de sus proveedores.

El suministrador deberá tener establecido un sistema de gestión ambiental que asegure el cumplimiento de la legislación vigente en materia ambiental, el control de los recursos consumidos y la correcta gestión de los efluentes y residuos producidos.

Los materiales estarán fabricados, preferentemente, con tecnologías respetuosas con el medio ambiente y con materiales y elementos que permitan ser reutilizados o reciclados al final del ciclo de vida de estos. Se suministrarán en embalajes de material reciclado o fácilmente reciclable o reutilizable, que minimicen el uso de nuevos materiales de embalaje.

El fabricante deberá declarar la ausencia de PCB, sustancias restringidas por la legislación aplicable y materiales que representen riesgos ambientales no controlados.

El fabricante deberá indicar el porcentaje estimado de materiales reciclables presentes en el transformador.

El proveedor deberá suministrar recomendaciones para el manejo ambientalmente adecuado del transformador al final de su vida útil.



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

6. Registros y datos. Formatos aplicables.

Registro	Responsable emisión	Soporte/lugar de archivo	Formato	Responsable de archivo	Tiempo conservación
Fichas Técnicas	Compras	Informático o papel	ES.06722-FO.01	Compras	3 años

Nota: Los registros, formatos, responsables, soportes de archivo, tiempos de conservación y demás requisitos documentales relacionados con los protocolos de ensayos de diseño, protocolos de ensayos de rutina, informes de homologación, registros de auditorías, trazabilidad y control de cambios del producto homologado, se registrarán por lo establecido en el procedimiento PE.01285 Homologación de Materiales y Centros de Producción vigente. Los requisitos definidos en dicho procedimiento prevalecerán sobre cualquier referencia documental no específica contenida en la presente especificación.

- **ES.06722-FO.01:** Fichas Técnicas para Evaluación del Material

7. Relación de Anexos.

- **Anexo 00:** Histórico de revisiones
- **Anexo 01:** “Planos generales”

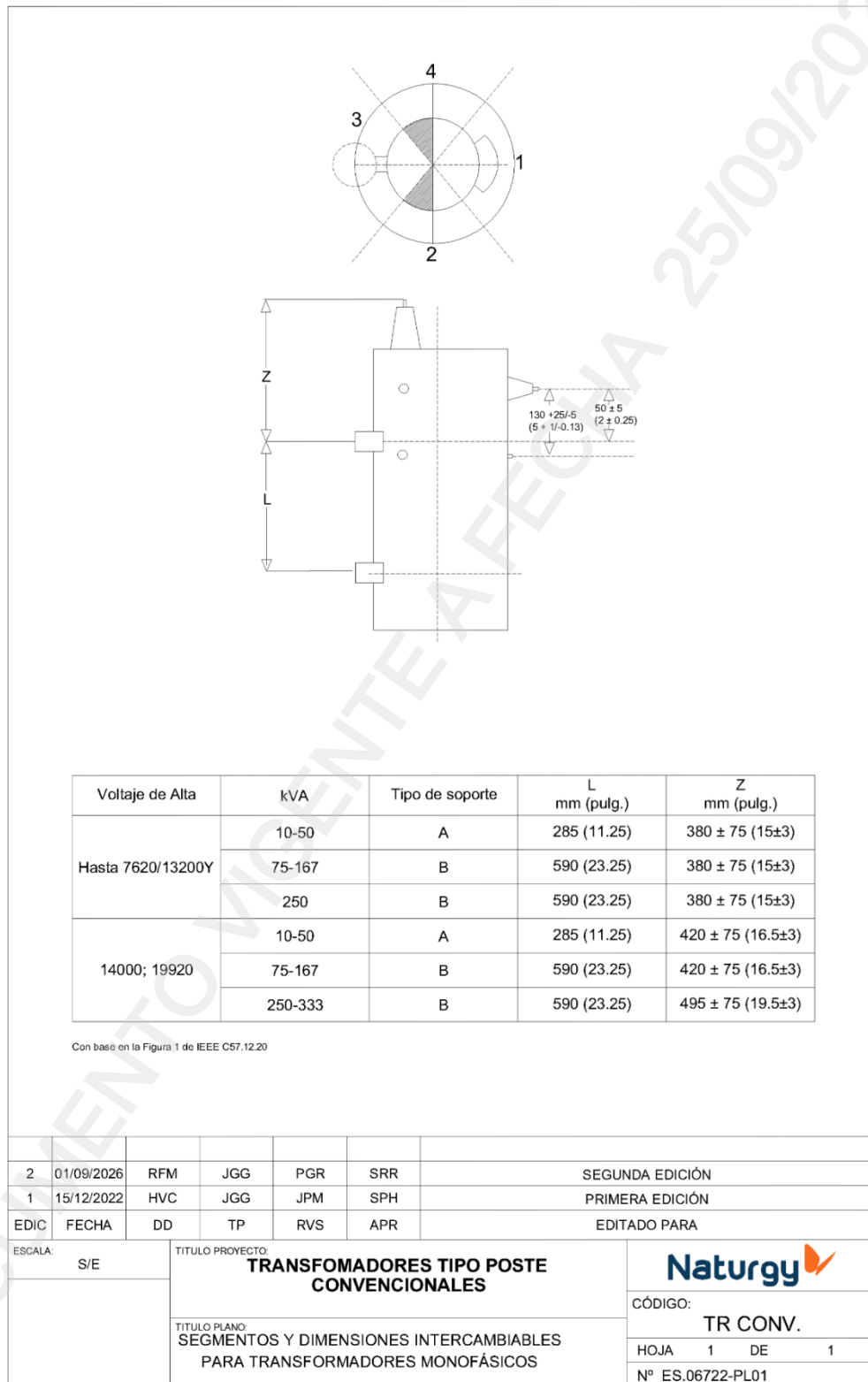
8. Anexo 00: Histórico de revisiones

Edición	Fecha	Motivos de la edición y/ o resumen de cambios
1	18/04/2019	Primera edición del documento
2	04/07/2019	Se establece el nivel de contaminación alto (III), se ajustan características dimensionales de los transformadores en 34.5 kV
3	01/09/2026	Actualización integral de la especificación de transformadores monofásicos tipo poste convencionales, incluyendo alcance, códigos, potencias, tensiones, diseño, materiales, desempeño eléctrico, mecánico y ambiental, ensayos y documentación de suministro. Se incorporan requisitos de integridad de la envolvente y del recubrimiento, coordinación de presiones y válvula de alivio conforme a IEEE Std C57.12.20, C57.12.30 y C57.12.39. Además, se actualiza la homologación conforme al procedimiento PE.01285, reforzando la trazabilidad, el control de cambios y la gestión documental.



Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

Anexo 01: Planos Generales





Transformador Monofásico Tipo Poste Convencional.

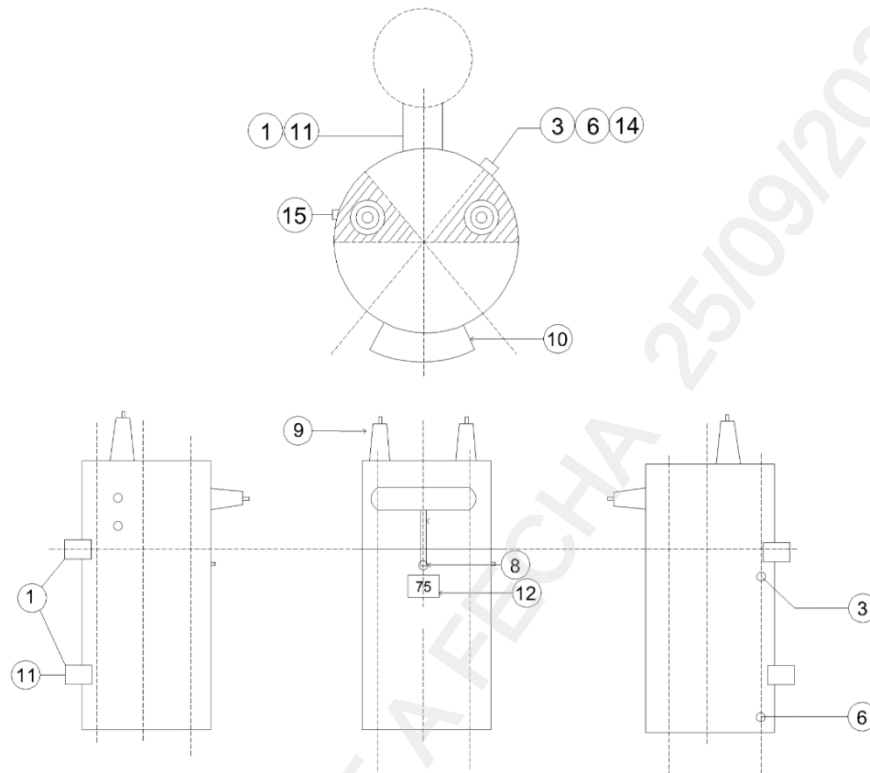


Tabla	
Item	Accesorios
1	Sujeción de soporte tipo A o B
2	Marca de nivel de líquido ^(a)
3	Cambiador de tomas - operación sin tensión
5	Ganchos de elevación ^(b)
6	Provisión para puesta a tierra del tanque
8	Provisión de puesta a tierra BT ^(c)
9	Terminales de alto voltaje
10	Terminales de bajo voltaje
11	Ubicación de la placa de identificación - Tipo A
12	Clasificación de KVA en el tanque
13	Válvula de alivio de presión

(a)/ No se muestra por que está dentro del tanque.
(b)/ No se muestra. La ubicación es definida por el fabricante.
(c)/ La provisión de puesta a tierra BT no es requerida para 250-333 kVA.

Con base en la Figura 11 de IEEE C57.12.20

2	01/09/2026	RFM	JGG	PGR	SRR	SEGUNDA EDICIÓN
1	15/12/2022	HVC	JGG	JPM	SPH	PRIMERA EDICIÓN
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA:		TITULO PROYECTO:				Naturgy CÓDIGO: TR CONV. HOJA 1 DE 1 Nº ES.06722-PL02
S/E		TRANSFOMADORES TIPO POSTE CONVENCIONALES				
		TITULO PLANO:				
		UBICACIÓN DE ACCESORIOS PARA TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS				