



ESPECIFICACIONES Y CONTROL DE CALIDAD TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN TIPO POSTE

1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Las siguientes especificaciones técnicas definen los requisitos mínimos que deben cumplir los transformadores monofásicos tipo poste, que se utilizarán en sistemas de distribución de energía eléctrica, cuyo sistema de conexión es estrella multiaterrizada y dispone de las siguientes características generales:

Cuadro 1. Características generales

Tensión nominal kV fase a fase	Nivel Básico de Impulso (BIL) mínimo kV	Frecuencia de operación Hz
34,5	150,0	60
24,9	125,0	60
13,8	95	60
13,2	95	60
4,16	60	60

El ICE se reserva el derecho de solicitar los transformadores con las tensiones y potencias aparentes que requiera.

2. CARACTERÍSTICAS DEL SITIO DONDE SE INSTALARÁN LOS EQUIPOS

Los equipos solicitados y todos sus componentes, tanto internos como externos, al igual que los sistemas complementarios solicitados, deben contar con la capacidad para trabajar en las condiciones que se presentan en este apartado, a menos que puntualmente se solicite una condición distinta a lo largo de estas especificaciones.

Los lugares de instalación de los equipos cuentan con las siguientes características:

Trópico húmedo y seco (ambas condiciones indistintamente).

Latitud: Entre los 8° 00' y los 11° 13', norte, aproximadamente.

Longitud: Entre los 82° 30' y los 85° 58', oeste, aproximadamente.

Altitud: 0 m.s.n.m. a 3300 m.s.n.m. aproximadamente.

Temperatura ambiente: De -2 °C a 45 °C aproximadamente.

Humedad relativa: De 75% a 100%, aproximadamente.

Precipitación media anual: De 2000 mm a 7000 mm anuales, aproximadamente.



Tipos de ambientes: Salino, volcánico, contaminante por humos de carros, húmedo, caliente, y seco. Puede existir la presencia de uno de esos ambientes, o una mezcla de dos o más a la vez.

Sísmico: La zonificación es de tipo III y IV, de acuerdo con el Código Sísmico de Costa Rica 2010 (revisión 2014).

3. NORMAS Y DOCUMENTOS APLICABLES

La normativa y documentos aplicables en su versión vigente son:

- ANSI/IEEE C57.12.00 Standard for general requirements for liquid-immersed distribution, power, and regulating Transformers.
- ANSI/IEEE C57.12.10 Standard Requirements for Liquid-Immersed Power Transformers.
- ANSI/IEEE C57.12.20 Standard for overhead-type distribution transformers 500 kVA and smaller high voltage, 34 500 V and below; low voltage, 7970-13800Y V and below.
- IEEE C57.12.39-2017 Standard for requirements for distribution transformer tank pressure coordination.
- ANSI/IEEE C57.12.70 Standard for Standard Terminal Markings and Connections for Distribution and Power Transformers.
- ANSI/IEEE C57.12.90 Standard Test Code for Liquid-Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers.
- IEEE C57.19.00 General requirements and test procedure for power apparatus bushings.
- IEEE C57.19.01 Standard for performance characteristics and dimensions for power transformer and reactor bushings.
- IEEE C57.19.100 Guide for the application of power apparatus bushings.
- IEEE C57.93 Guide for installation of liquid-immersed power Transformers.
- ANSI/IEEE C57.106 Guide for acceptance and maintenance of insulating mineral oil in electrical equipment.
- IEEE C57.131 Requirements for tap changers.
- IEC/IEEE 60214-2:2019 Tap-changers - Part 2: Application guidelines.
- IEEE C.156 Guide for Tank Rupture Mitigation of Liquid-Immersed Power Transformers and Reactors.
- ANSI/IEEE C62.11 Standard for Metal-Oxide Surge Arresters for AC Power Circuits (>1 kV).
- ASTM D3487 Standard Specification for Mineral Insulating Oil Used in Electrical Apparatus.
- ASTM B117 Standard Practice For Operating Salt Spray (Fog) Apparatus.
- ASTM D1933 Standard Specification for Nitrogen Gas as an Electrical Insulating Material.
- ISO 17025 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.
- NEMA TR-1, Transformers, Regulators and Reactors sección 3.



- NEMA TR-P8
- NEMA TP-1 Guide for Determining Energy Efficiency for Distribution Transformers
- ASTM Paint standards and coating standards.
- Ley N° 5292 Uso exigido Sistema Internacional de Unidades de Medida SI métrico decimal.

En caso de que los documentos anteriores sean revisados o modificados, debe tomarse en cuenta la edición en vigencia.

En caso de que las normas utilizadas sean diferentes a las indicadas, esas gozarán de igual aceptación, siempre y cuando las igualen o superen; en cuyo caso, en la oferta se deberá suministrar las normas originales en formato digital, además indicar las características en que tal norma iguala o supera a las solicitadas por el ICE.

En caso de que las normas utilizadas sean diferentes a las indicadas, el ICE se reserva el derecho de solicitar como cumplimiento mínimo, lo estipulado en las normas originalmente indicadas.

Ninguna norma limita al ICE a solicitar adicionales, mejoras y especificidades en los equipos solicitados. Por tanto, cualquier solicitud de cambio o mejora respecto a las normas y documentos aplicables, obedece a satisfacer las necesidades específicas del ICE.

4. CARACTERÍSTICAS GENERALES

- 4.1. Toda la información escrita de fabricante, podrá ser entregada en idioma español preferiblemente o inglés.
- 4.2. Todas las características solicitadas en esta especificación, deberán cumplirse para cada transformador de cada tipo solicitado.
- 4.3. Cada transformador entregado deberá tener una fecha de fabricación no superior a 1 año de antigüedad.
- 4.4. Para cualquier transformador que detente certificaciones que cumplan a la vez varios de los requisitos solicitados en esta especificación, debe demostrarse la observancia de cada requerimiento, mediante la presentación de documentos expedidos por el ente certificador.
- 4.5. Cada transformador deberá ser totalmente nuevo.
- 4.6. Los transformadores solicitados, deben tener la capacidad de trabajar a una altitud de 0 m.s.n.m. a 2000 m.s.n.m. sin que se deba realizar ajuste de su capacidad al esfuerzo dieléctrico.



- 4.7. Los transformadores deben ser tipo distribución, monofásicos, con enfriamiento en aceite CLASE OA, para servicio a la intemperie y montaje directo en el poste.
- 4.8. Se aceptará transformadores de forma cilíndrica únicamente, con tapa superior.
- 4.9. El transformador deberá ser hermético para eliminar la entrada de humedad y otras materias contaminantes. El oferente debe indicar el tipo de material a utilizar en las juntas o empaques e indicar sus características que aseguren la hermeticidad del equipo.
- 4.10. El transformador deberá venir armado con nitrógeno en la parte superior interna (espacio sin aceite), a una presión con un ámbito de 20,68 kPa (3 psi) a 34,47 kPa (5 psi), cumpliendo con alguno de los tipos de nitrógeno indicados en la norma ASTM D1933.
- 4.11. Cada transformador solicitado deberá cumplir con lo siguiente, de acuerdo con la tensión nominal (kV) fase a fase del sistema:

Cuadro 2. Cumplimiento de cada transformador solicitado

Tensión nominal entre fases (kV)	34,5	24,9	13,8	13,2	4,16
Nivel básico de impulso en el primario	No menor de 150 kV	No menor de 125 kV	No menor de 95 kV	No menor de 95 kV	No menor de 60 kV
Nivel básico de impulso en el secundario	No menor de 30 kV				
Aumento de temperatura	No menor de 65 °C				
Clase de aislamiento en el primario	35,0 kV	25,0 kV	15,0 kV	15,0 kV	5,0 kV
Clase de aislamiento en el secundario	1,2 kV				
Distancia de fuga en aisladores primarios	No menor de 650 mm	No menor de 550 mm	No menor de 410 mm	No menor de 415 mm	No menor de 265 mm
Polaridad	Sustractiva	Sustractiva	Aditiva	Aditiva	Aditiva
Derivaciones en el devanado primario	$\pm 2 \times 2,5 \%$				



- 4.12. El transformador debe tener debidamente instalado y funcionando, un cambiador (conmutador) de derivaciones de accionamiento exterior, fabricado de material anticorrosivo, y con suficiente resistencia mecánica a la manipulación con pértiga; el cual podrá ser operado sin dificultad. Las posiciones del cambiador deben estar de acuerdo con las derivaciones del devanado primario indicadas en el punto 4.11, Cuadro 2. El cambiador deberá contar con un indicador de fácil lectura, con números o letras indelebles y contrastantes con el fondo, que permita determinar la posición de la derivación en que se encuentra. Además, debe disponer de un mecanismo de bloqueo que no permita cambios accidentales de su posición. Se debe entregar la ficha técnica del cambiador de derivaciones utilizado para cada potencia aparente de transformador adquirido. Por el tipo de material ofertado, y en caso de requerirse, se debe presentar un informe de laboratorio de prueba de corrosión por parte del oferente.
- 4.13. Los terminales primarios y secundarios de tensión deberán ser capaces de recibir conductores de aluminio o cobre, sin sufrir corrosión por ello, y estar provistos de los elementos para mantener la presión de contacto sobre el conductor, que compense los efectos de contracción y dilatación producidos por los cambios de temperatura. Se debe entregar una muestra de los terminales secundarios para que el ICE pueda realizar pruebas de corrosión en el laboratorio, y aparte se entregará, un informe de laboratorio de la prueba por parte del oferente.
- 4.14. Los terminales secundarios deben tener una capacidad de 1 200 V, tanto para transformadores autoprotegidos como convencionales, mientras que los terminales primarios deben contar con una capacidad de 19 920 V para los transformadores autoprotegidos, y 34 500 V para transformadores convencionales. La capacidad de corriente de los terminales, tanto primarios como secundarios no podrá ser inferior al 125 % de la capacidad de sobrecarga del transformador.
- 4.15. El transformador debe contar con un terminal a tierra en la parte inferior-trasera del tanque, y el mismo debe tener una capacidad de soportar como mínimo, un ámbito de calibres de 4 AWG a 3/0 AWG, tanto en cobre como aluminio (capacidad bimetálica).
- 4.16. Se debe suministrar, junto con la oferta, para cada tipo y capacidad de transformador la información que a continuación se detalla:

Cuadro 3. Datos por suministrar de características eléctricas

Características eléctricas					
Resistencia primaria teórica (indicar unidades)	Resistencia secundaria teórica (indicar unidades)	Corriente de excitación (% In)	Impedancia (Z %) y su temperatura	R %	X %
% Regulación			Prueba de potencial aplicado		



Tensión secundaria sin carga (V)	Tensión secundaria a carga nominal (V)	% Reg	Kv	Primario o secundario	(Duración en min)
Prueba de potencial inducido		Pérdidas del disyuntor @ 85 °C	Pérdidas en vacío		
Frecuencia (Hz)	(Duración en s)	W	Temperatura inicial de prueba (°C)	Valor a temperatura inicial de prueba (W)	Valor corregido @ 20 °C (W)
Pérdidas con carga			Pérdidas parásitas (stray losses)	Resistencia de aislamiento	
Temperatura inicial de prueba (°C)	Valor a temperatura inicial de prueba (W)	Valor corregido @ 85 °C (W)	W	GΩ	Temperatura a la que se tomó la resistencia (°C)
Relación de transformación teórica en posición del cambiador de derivaciones					Grado de orientación de la lámina del núcleo
95 %	97,5 %	100 %	102,5 %	105 %	M-2, M-3, M-4, M-5, M-6
Características del acero al silicio @ 60 Hz		Número de vueltas		Nivel de radio interferencia (RIV) ^a	Tipo de núcleo
W/kg	@T	Primario	Secundario	(μV)	Acorazado o tipo columna
% Regulación a fp			Polaridad del transformador		Capacidad de cortocircuito durante 2 s (con base en I _n)
0,8 en atraso	0,8 en adelanto	1,0	Aditiva	Sustractiva	(En veces I _n)
Cantidad de láminas utilizadas en el núcleo	Ámbito de calibres que soporta el terminal secundario (AWG)	Ámbito de calibres que soporta el terminal primario (AWG)	Calibre utilizado en el devanado primario-resistencia/k m (indicar las unidades de medida)	Calibre utilizado en el devanado secundario-resistencia/k m (indicar las unidades de medida)	Capacidad de sobrecarga del transformador
Factor K	Conductividad térmica de la lámina del tanque (W/(K m))	Conductividad térmica del aceite (W/(K m))	Valor X/R del transformador	Centro de gravedad del transformador armado ^b	



- ^a Indicar la curva que se utilizó y la norma empleada.
^b Mostrar en diagrama del transformador con dimensiones.

Nota: Los datos del cuadro anterior, deben ser tomados de un equipo con características y capacidades idénticas a los ofrecidos, a partir de diseños anteriores, pruebas previas, o bien de datos de simulación, según corresponda.

Cuadro 4. Datos por suministrar de características mecánicas

Características mecánicas					
Masa del núcleo	Masa del transformador sin aceite	Masa del aceite introducida al transformador	Cantidad de aceite introducida al transformador	Resistencia a la presión del tanque (kPa)	
(kg)	(kg)	(kg)	(L)	Longitudinal	Costilla
Espesor de la lámina de la cuba	Torque aplicable a cada tornillo de los siguientes elementos (Nm)				Espesor de capa de pintura aplicada al transformador
(mm)	Terminal (es) primario (s)	Pararrayos primario	Terminales secundarios	Terminal de tierra	(μ m)

Nota: Los datos del cuadro anterior, deben ser tomados de un equipo con características y capacidades idénticas a los ofrecidos, a partir de diseños anteriores, pruebas previas, o bien de datos de simulación, según corresponda.

Presentar adicionalmente por cada tipo de transformador solicitado:

1. Curva de daño del transformador.
2. Curva de corriente de energización (inrush) del transformador.
3. Curva de histéresis del material utilizado para el núcleo.
4. Curva de coordinación selectiva tiempo vs corriente de: la curva del fusible primario con la curva del disyuntor secundario (mostrando sus curvas de disparo instantáneo para sobrecorriente y de tiempo inverso para sobrecarga), mostrando en el mismo gráfico las curvas de corriente de energización (inrush), curva de corriente nominal del transformador, y curva de daño del transformador.
5. Nota de compromiso donde se estipule que se proporcionará en formato físico o digital, ambos legibles, los datos reales y definitivos según los requerimientos solicitados en estas especificaciones, de cada uno de los transformadores diseñados, fabricados y por entregar, los cuales deben ser remitidos al Sr. Francisco Montero Jiménez, correo electrónico FMonteroJ@ice.go.cr, tel. 2000-5196 al menos 20 días antes del embarque de los equipos.
6. Duración en minutos u horas del tiempo que soporta el transformador en sobrecarga, sin que sufra daño o disminución de la vida útil.

Cuadro 5. Duración en estado de carga nominal y sobrecarga



% de carga	Mínimo requerido	Valor de tiempo ofrecido
0%-100%	Constante	
130%	24 h	

Nota: El cuadro anterior vendrá indicado en la placa de datos.

7. Datos del núcleo como son:

Cuadro 6. Datos del núcleo

Dato requerido	Dimensión
Ancho de la ventana (cm)	
Alto de la ventana (cm)	
Longitud del yugo (cm)	
Ancho del yugo (cm)	
Fondo del yugo (cm)	
Longitud de la columna (cm)	
Ancho de la columna (cm)	
Fondo de la columna (cm)	
Área transversal del núcleo (cm ²)	
Espesor de la lámina del núcleo (mm)	

Nota: Los datos del cuadro anterior, deben ser tomados de un equipo con características y capacidades idénticas a los ofrecidos, a partir de diseños anteriores, pruebas previas, o bien de datos de simulación, según corresponda.

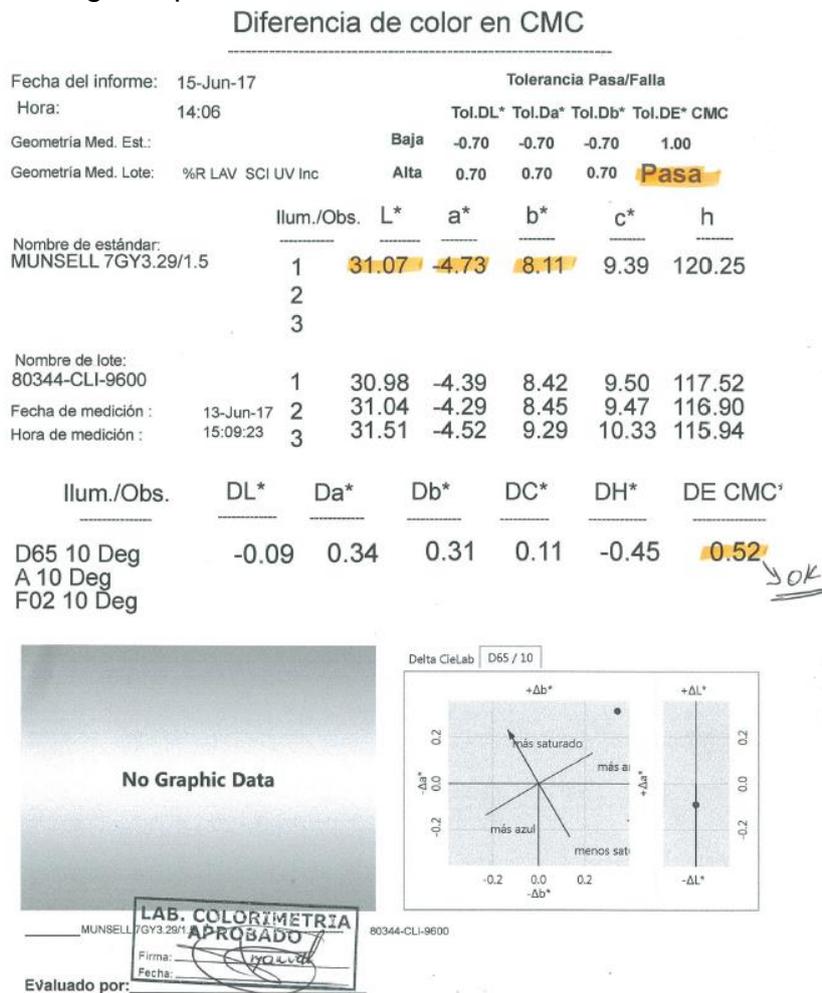
8. Ficha de datos de seguridad del aceite.
9. Ficha de datos de seguridad del nitrógeno utilizado en la parte superior del transformador.
10. Ficha técnica de fabricante, del fusible interno del primario, donde se muestre su capacidad, código, modelo, número de serie, curva de disparo.
11. Ficha técnica de fabricante, del disyuntor del transformador autoprotegido, donde se muestre claramente también la curva de disparo de este, su capacidad nominal (A), su capacidad interruptiva (kA), y su capacidad de sobrecarga (A y temperatura). Debe venir un manual explicativo de su operación.
12. Ficha técnica de fabricante, del pararrayos primario y ficha técnica de fabricante, del pararrayos secundario, donde se muestre al menos, la curva de cada uno de los mismos, de acuerdo con prueba de fabricante, datos eléctricos, resultados de pruebas, y normas que cumple, de cada uno de los pararrayos.
13. Ficha técnica del descargador de chispas de baja tensión.
14. Ficha técnica de fabricante de los terminales secundarios.
15. Ficha técnica de fabricante del terminal primario.
16. Certificado de pruebas de laboratorio del cambiador de derivaciones.



17. Presentar diseño del transformador, con las dimensiones principales del mismo, que incluya:

- Ancho total incluyendo protuberancias y pararrayos instalados (primario y secundario), tanto de medio lado como de frente.
- Alto total, incluyendo terminal primario e instalación de pararrayos primario, tanto de medio lado como de frente.
- Capacidad en litros del tanque hasta el punto de rebose.
- Diámetro del tanque interno y externo.
- Certificado de colorimetría de pintura utilizada. Ver imagen ilustrativa a continuación:

Imagen 1. Imagen representativa de certificado de colorimetría como ejemplo



18. Certificados de pruebas de presión estática.
19. Certificados de pruebas de presión dinámica.
20. Certificado de prueba de BIL.
21. Procedimiento de prueba, norma o especificación aplicada, criterio de prueba, circuito de prueba, instrumentos, utilizados para prueba de cada tipo y potencia de transformador solicitado.



Imagen 2. Imagen representativa de documento de procedimiento de prueba como ejemplo

TEST PROCEDURE FOR POWER TRANSFORMER		
WINDING RESISTANCE		
Test Procedure The transformer shall be under oil without excitation for at least 3 hours. The measurement shall be performed between the terminals of HV winding, at every tap position, LV and TV (if any) windings by Voltmeter-Ammeter method. Direct current shall be used for the measurement. The temperature of the windings, measured by Thermocouple Type T, shall be recorded. The cold winding resistance shall be corrected to a temperature of 75 °C. The following terminals shall be measured. HV Side: A-B,B-C,C-A LV Side: a-b,b-c,c-a		
Applied specification or standard IEC 60076		
Criterion Agreement with design values and reasonable agreement with the correction diagram at 75 °C.		
Test circuit		
<p>The diagram shows a rectangular box labeled '2292' on the left. It has two terminals on its right side: the top one is labeled A_m and the bottom one is labeled U_m. Two wires connect these terminals to a dashed rectangular box labeled 'Test object'. The top wire connects to the top terminal of the test object, and the bottom wire connects to the middle terminal. The test object has three terminals on its right side: the top one, the middle one (which is connected from the U_m terminal), and the bottom one, which is connected to a ground symbol.</p>		
Instruments		
1	Micro-Ohmmeter	Tettex Type 2292

22. Protocolo de resultados de pruebas que incluya al menos: Prueba de aislamiento, prueba de resistencia de devanados primarios y secundarios, prueba de resistencia de aislamiento, prueba de relación de transformación, prueba de tensión aplicada, prueba de tensión inducida, prueba de pérdida en vacío, prueba pérdida con carga, que conlleve el resultado de eficiencia, al 25 %, 50 %, 75 % y 100 % de carga. Este protocolo de resultados se hará por cada transformador que entregue el contratista.
23. Un cálculo paso a paso de la eficiencia, de cada uno de los tipos y potencias de transformadores que entregue el contratista, donde indique los datos numéricos, las ecuaciones empleadas y el método claro de resolución, para obtener el resultado de eficiencia, haciendo uso de la norma TP-1. El ICE evaluará los transformadores utilizando el factor de corrección por pérdida con carga $T=1$, el cual será utilizado en su criterio de aceptación de eficiencia.



5. EL TANQUE

- 5.1 El tanque debe cumplir con lo que establece la norma ANSI/IEEE C57.12.20 en cuanto a la capacidad de soporte de presión estática y dinámica. El oferente debe aportar los protocolos de prueba de un laboratorio que cumpla con la norma ISO 17025, que confirmen que el equipo ofrecido soporta las exigencias de presión estática y dinámica establecidas.
- 5.2 El asiento o borde inferior del tanque deberá estar construido de manera tal que asegure que el fondo del tanque no tenga contacto con la base de madera que lo soporta o cualquier otra superficie de apoyo cuando éste se encuentre sin instalar. Asimismo, el borde lateral inferior deberá ser capaz de soportar sin deformaciones los esfuerzos que implican su embalaje y transporte.
- 5.3 La pintura del tanque deberá ser de color gris y deberá aplicarse electrostáticamente o mediante otro sistema que garantice iguales o superiores características al método electrostático. En el caso de que se utilice un método de pintura diferente al electrostático, en la oferta se deberá adjuntar información descriptiva del mismo y una comprobación comparativa, mediante protocolos de laboratorio que cumpla con la norma ISO 17025, de que tiene características iguales o superiores al método electrostático. Con cualquier método que se utilice, la pintura deberá cumplir con las pruebas "Paint standards and coating standards" de ASTM en su última edición, para lo que deberá entregar protocolos de laboratorio que cumpla con la norma ISO 17025, donde el acabado deberá ser adecuado para resistir por lo menos, una prueba en cámara salina durante 1 000 horas (especificación ASTM B117), sin que aparezcan señales de oxidación.
- 5.4 La parte interna del tanque deberá estar cubierta con algún sistema anticorrosivo.
- 5.5 El conjunto tornillo-tuerca-arandela que aprieta el fleje a la tapa del tanque, debe funcionar adecuadamente permitiendo un apriete seguro del fleje a la tapa, tanto que impida el ingreso de agua al tanque y la expulsión de la tapa en caso de explosión. El conjunto tornillo-fleje debe impedir que el tornillo se doble durante su apriete. No se aceptará tanques con el tornillo del fleje torcido. Al fleje, en los agujeros donde ingresa el tornillo, se le debe colocar un cintillo metálico (tipo marchamo) de seguridad. Dicho cintillo traerá inscrito un número único.
- 5.6 El tanque deberá contar con un medidor de nivel en un costado, donde no interfiera con los elementos de montaje ni de cableado del transformador, cuya carátula se encuentre instalada en el exterior del tanque y que permita indicar mediante aguja en la carátula, el nivel inferior y superior del aceite, ubicado para medir su punto de operación normal. Dicho medidor de nivel será fabricado de material anticorrosivo, su vidrio protector de la aguja



indicadora, será resistente a la intemperie y a los rayos UV. El sistema vendrá instalado de forma tal, que no permita el ingreso de agua dentro del tanque del transformador. Debe ser de uso mecánico, donde no requiera baterías ni electricidad.

- 5.7 El tanque tendrá debidamente instalado y funcionando, un termómetro de doble aguja (una indicadora y la otra de arrastre) a la mitad de la altura del nivel de aceite dentro del tanque, cuyo bulbo o termopar, se encuentre inmerso en el aceite, y cuya carátula se encuentre instalada en el exterior, en un costado del tanque, donde no interfiera con elementos de montaje ni de cableado del transformador. Se podrá aceptar alturas de montaje adicionales, siempre y cuando se indique de antemano el punto de instalación. Dicho termómetro será fabricado de material anticorrosivo, su vidrio protector de la aguja indicadora, será resistente a la intemperie y a los rayos UV. El sistema vendrá instalado de forma tal, que no permita el ingreso de agua dentro del tanque del transformador. Debe ser de uso mecánico, donde no requiera baterías ni electricidad.
- 5.8 Las soldaduras del tanque deberán ser continuas, libres de porosidad y residuos.
- 5.9 El transformador deberá estar provisto de un sistema que permita el alivio de sobrepresiones, de acuerdo con lo establecido en la norma ANSI/IEEE C57.12.20, integrado con un detector de fallas con bandera y de restauración manual (sin apertura del tanque), posterior a la reparación de la falla, sin requerir de abrir el transformador (ver imagen a continuación). Debe cumplirse con características y formas de funcionamiento (en disparo y restauración) equivalentes al modelo 0561-T de la marca Orto.

Imagen 3. Imagen representativa de válvula de sobrepresión e identificador de fallas con bandera





Aparte de la ficha técnica, se debe entregar el certificado de pruebas y calibración del dispositivo ofrecido, realizada por un laboratorio que cumpla con la norma ISO 17025. No se aceptará que el sello entre la tapa y el tanque, sustituya la válvula, pero se requiere que el sello, sea un sello de alivio de sobrepresiones.

6. LOS DEVANADOS (BOBINAS)

- 6.1 Para la construcción de las bobinas deberá utilizarse papel aislante autoadherible por proceso térmico.
- 6.2 Las bobinas del transformador deberán quedar sujetas firmemente al núcleo de modo que no se produzca ruido por vibración. Se debe suministrar en la oferta información con el detalle gráfico, dimensional y de prosa, de los medios de sujeción. El paso del núcleo por el centro de las bobinas, no se considera en sí una forma efectiva de sujeción.
- 6.3 La conexión entre las bobinas y los aisladores primarios deberá ser por medio de tornillos con sus respectivas tuercas de seguridad con arandela plana o tuerca normal con arandela plana y arandela de presión, de manera que sea fácil su conexión y desconexión.

7. EL NÚCLEO

- 7.1 El núcleo del transformador deberá ser de: acero de grano orientado, laminado en frío. Se deberá entregar la ficha técnica del tipo de material utilizado en el núcleo (grado comercial), sus pérdidas a 60 Hz (W/kg), su densidad (g/cm^3), espesor de la lámina y cantidad de láminas utilizadas. Se debe entregar la curva de pérdidas a 60 Hz y la curva de excitación del núcleo, de acuerdo con el grado de material utilizado. Debe entregarse la curva de histéresis obtenida por pruebas de laboratorio en el núcleo fabricado.
- 7.2 El transformador deberá tener tres puntos para fijar el núcleo al tanque: uno a cada lado del montaje núcleo - bobinas y uno en el fondo del tanque, de manera que se evite cualquier desplazamiento del núcleo con el movimiento en el transporte o la instalación.
- 7.3 El marco que soporta el núcleo vendrá provisto de aditamentos apropiados, que permitan levantarlo y extraerlo del tanque, capaz de soportar todo el peso del núcleo, con sus bobinas y accesorios, por tiempo indefinido, sin sufrir ningún tipo de deterioro.

8. EL ACEITE DIELECTRICO

- 8.1 El aceite dieléctrico por utilizar en los transformadores debe ser de tipo mineral, **clase II y totalmente libre de PCB, o con menos de 1 ppm de PCB.**



8.2 El contratista debe proveer el protocolo de resultados de pruebas de aceite. Como mínimo las pruebas que debe contener el certificado son las siguientes:

Cuadro 7. Pruebas de aceite solicitadas

PRUEBA	MÉTODO UTILIZADO
Color	D-1500
Densidad a 15 °C, kg/l	D-1298
Temperatura inflamación °C	D-92
Viscosidad cinemática cSt, a 40 °C	D-445
Viscosidad cinemática cSt, a 100 °C	D-445
Punto de fluidez, °C	D-97
Punto de anilina, °C	D-611
Tensión interfacial a 25 °C, dinas/cm	D-971
Tensión de impulso, kV	D-3300
Índice de neutralización, mgKOH/g	D-974
Estabilidad a la oxidación a 164 h, % peso	D-2440
Acidez mg KOH de aceite a 164 h	D-2440
Rigidez dieléctrica, kV	D-1816
Rigidez dieléctrica, kV	D-877
Factor de potencia a 60 Hz a 25 °C	D-924
Factor de potencia a 60 Hz a 100 °C	D-924
Contenido de inhibidor %	D-2668
Contenido de PCB's, ppm	D-4059
Contenido de humedad, ppm	D-1533
Azufre corrosivo	D-1275

En caso de que las normas utilizadas sean diferentes a las indicadas, esas gozarán de igual aceptación, siempre y cuando las igualen o superen; en cuyo caso, en la oferta se deberá suministrar copia de las normas, además indicar las características en que tal norma iguala o supera a las solicitadas por el ICE.

9. PLACA DE DATOS

9.1 Cada transformador deberá contar con una placa de datos de acuerdo con lo establecido en la norma ANSI C57.12.00. Además de los datos típicos de la placa tipo B, se deberán incluir los siguientes:

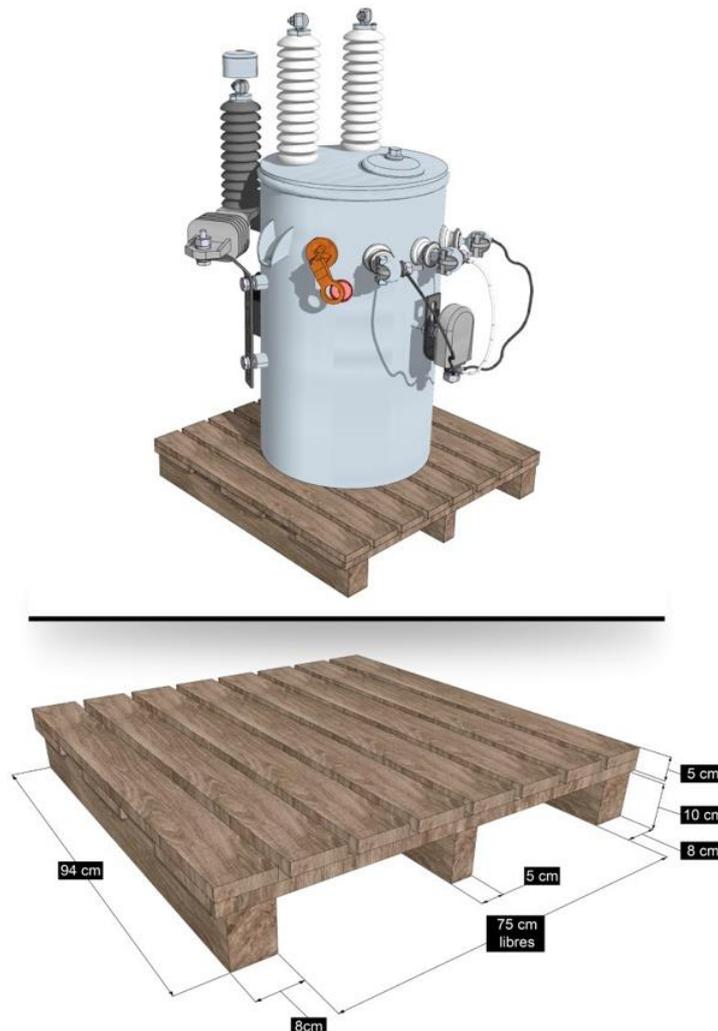
- Las siglas "ICE".
- Número de trámite de compra.
- Año y mes de fabricación.
- Cuadro de duración en estado de carga nominal y sobrecarga.

10. EMBALAJE Y TRANSPORTE

10.1 Los transformadores deberán ser embarcados completamente ensamblados y llenos de aceite.

10.2 Cada transformador deberá ser empacado sobre una base de madera y asegurado a ésta mediante flejes metálicos no corrosivos de alta resistencia. Este conjunto debe contar con la rigidez necesaria para proteger el equipo, así como de disponer de la adecuada resistencia para soportar un manejo rudo, tanto en el transporte como en el manejo en los sitios de almacenamiento, además debe resistir las condiciones propias de un clima tropical. En el empaque debe indicarse la forma de manejo para evitar deterioros. Se muestra las dimensiones mínimas de la base de madera, pero será responsabilidad del adjudicatario, realizar los cálculos y armar la base de madera para que soporte el transformador que se monta en la misma. No se recibirá bases con piezas de madera reventadas, quebradas ni podridas.

Imagen 4. Imagen representativa de la base de madera solicitada



Las medidas mostradas son mínimas,
al menos que se indique otra circunstancia



Nota a la imagen anterior: Deberá respetarse las dimensiones como las mínimas necesarias para la manipulación por parte del ICE

10.3 El tipo de transporte debe ser de plataforma llana para que el montacargas del ICE tenga la capacidad de levantar para subir o bajar el transformador al mismo. No se bajará o subirá ningún transformador en un camión que tenga gradas o barreras que impidan bajar las uñas del montacargas al nivel de la plataforma de transporte. Tampoco se aceptará montar transformadores en camiones donde se debe empujar los transformadores con la punta de las uñas del montacargas. No se bajará ni subirá transformadores al transporte mediante los medios de izaje con estrobo, linga o faja.

11. SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

11.1 EN EL SECUNDARIO

11.1.1 Cada transformador deberá incluir un pararrayos externo tipo óxido metálico para protección contra sobretensiones en el secundario. Este pararrayos debe cumplir las siguientes características particulares:

Cuadro 8. Características del pararrayos secundario según la tensión nominal del secundario

Tensión nominal del secundario, V		120 a 240	480
Tensión nominal, V		480	650
Nivel básico de impulso, kV		No menor de 10	No menor de 10
Tensión de operación continua (MCOV), V		No menor de 400	No menor de 540
Tensión residual con onda de corriente de 8/20 μ s, kV	5 kA	Máximo 1,9	Máximo 2,4
	10 kA	Máximo 2,1	Máximo 2,6
	20 kA	Máximo 2,4	Máximo 3,0
Tensión de prueba de baja frecuencia (60 Hz Withstand), kV	En seco, 1 minuto	Mínimo 6	Mínimo 6
	En húmedo 10 segundos	Mínimo 6	Mínimo 6

11.1.2 Debe indicarse la marca y el modelo del pararrayos ofrecido, así como aportar la información técnica correspondiente que permita comprobar el cumplimiento de las características solicitadas.

11.1.3 El pararrayos secundario, debe contar con 3 cables de una longitud mínima de 25 cm, pero adecuada de acuerdo al punto de anclaje del pararrayos dejado por el fabricante, para ser conectados a los terminales secundarios del transformador. Cada cable tendrá



preinstalado por parte del fabricante, un terminal de ojo de acuerdo al diámetro de perno del terminal secundario donde será instalado.

11.2 EN EL PRIMARIO

11.2.1 Cada transformador incluir de un pararrayos tipo óxido metálico, para el primario, el cual se ubicará de acuerdo con el tipo de transformador. Este pararrayos debe cumplir las siguientes características particulares:

Cuadro 9. Características del pararrayos primario según la tensión nominal del primario

Tensión nominal primaria entre fases, (kV)		34,5	13,2	4,16
Tensión nominal, kV		27	10	3
Distancia de fuga, mm		Mínimo 860	Mínimo 375	Mínimo 200
Distancia de arqueo, mm		Mínimo 360	Mínimo 160	Mínimo 105
Tensión de operación continua (MCOV), kV		Mínimo 22	Mínimo 8,4	Mínimo 2,55
Tensión residual con onda de corriente de 8/20 μ s, kV	5 kA	Máximo 70	Máximo 24	Máximo 9
	10 kA	Máximo 75	Máximo 27	Máximo 10
	20 kA	Máximo 85	Máximo 31	Máximo 11
Tensión de prueba de baja frecuencia (60 Hz Withstand), kV	En seco, 1 minuto	Mínimo 70	Mínimo 50	Mínimo 40
	En húmedo 10 segundos	Mínimo 60	Mínimo 45	Mínimo 25

11.2.2 Como adicional al cuadro anterior, cada pararrayos debe cumplir los requerimientos exigidos e incluir los elementos solicitados para pararrayos con 34,5 kV de tensión nominal primaria entre fases, en el documento Especificaciones Técnicas Pararrayos de Distribución tipo Óxido Metálico de 27 kV referencia ICE XP-1, en su última versión. Dicho documento se encuentra en <https://www.grupoice.com/wps/portal/ICE/electricidad/normativa-tecnica>.



11.3 GENERALIDADES

11.3.1 Cada pararrayos primario para transformadores autoprotegidos debe ser entregado debidamente instalado en el transformador con un herraje (transformador bracket), de forma tal que, el faldón inferior del pararrayos, quede al menos 5 cm por encima del borde superior de la tapa del tanque del transformador. Además, cada pararrayos instalado en el transformador para entrega al ICE debe ser protegido de forma tal que no sufra daño alguno contra condiciones climáticas tropicales, transporte, almacenamiento y montaje en poste.

11.3.2 Cada pararrayos primario para los transformadores convencionales debe venir embalado individualmente con su respectivo herraje de montaje para ser instalado en crucero de metal. Las especificaciones de dicho herraje se encuentran en el documento Especificaciones Técnicas Pararrayos de Distribución tipo Óxido Metálico de 27 kV referencia ICE XP-1, en su última versión. Dicho documento se encuentra en <https://www.grupoice.com/wps/portal/ICE/electricidad/normativa-tecnica>.

El empaque del pararrayos no podrá ser de material plástico, y debe poseer adecuada resistencia y rigidez para el manejo rudo y colapso en la presencia de lluvia, tanto en el transporte, como en el manejo en los sitios de almacenamiento, considerando que sea resistente a las condiciones propias del clima tropical. También en el empaque se debe indicar claramente el tipo de equipo y los requerimientos especiales medioambientales, si éstos son necesarios.

11.3.3 Para los transformadores autoprotegidos y convencionales, el pararrayos secundario debe venir debidamente instalado y protegido.

12. ESPECIFICACIONES PARTICULARES PARA TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS AUTOPROTEGIDOS

12.1 El transformador debe estar provisto de un fusible para 19,9 kV con capacidad mínima de cortocircuito de 1 200 amperios simétricos, montado en el interior del tanque, bajo el nivel de aceite y conectado en serie con el terminal primario, para proteger al transformador en el caso de fallas internas. No se aceptará que dicho fusible sea instalado dentro del terminal primario (bushing).

12.2 El transformador debe contar con un disyuntor en el secundario, para proteger al transformador en el caso de fallas por sobrecorriente. Además, el disyuntor deberá cumplir con los siguientes requisitos:



- Deberá estar montado en el interior del transformador bajo el nivel de aceite.
- Deberá contar con una palanca de accionamiento exterior, por medio de pértiga. La misma debe tener capacidad mecánica para su manipulación con pértiga y además ser fabricada con material anticorrosivo. El sistema vendrá instalado de forma tal, que no permita el ingreso de agua dentro del tanque del transformador. Se debe entregar una muestra de la palanca de accionamiento para que el ICE pueda realizar pruebas de corrosión en el laboratorio, y aparte se entregará un informe de laboratorio de la prueba por parte del oferente.
- Deberá proteger contra sobrecarga mediante una banda bimetálica y contra sobrecorriente mediante un dispositivo magnético.
- Deberá contar con un control de emergencia que permita restablecer la energía en casos de urgencia.
- Debe entregarse un manual que explique toda la operación de cada parte del disyuntor.

12.3 Cada transformador deberá estar provisto externamente de una luz indicadora, que señale la existencia de sobrecargas antes de que el disyuntor interrumpa. El enchufe (socket) de la luz indicadora deberá estar ubicado sobre el nivel de aceite. El sistema vendrá instalado de forma tal, que no permita el ingreso de agua dentro del tanque del transformador.

Como repuestos del bombillo y su cubierta de plástico, el fabricante deberá adjuntar una cantidad de éstos equivalente a un 10 % de la cantidad total de transformadores adjudicados.

12.4 Cada transformador debe estar internamente provisto de un descargador de chispas de baja tensión en el secundario, previsto con las prestaciones para la tensión y capacidad del transformador entregado. En caso de daño, el mismo podrá ser sustituido. El fabricante deberá entregar una cantidad de éstos equivalente a un 10% de la cantidad total de transformadores adjudicados. La imagen adjunta muestra dicho descargador.

Imagen 5. Imagen representativa del descargador de chispas de baja tensión



12.5 Los transformadores autoprotegidos deben disponer sus terminales de acuerdo con lo establecido en el siguiente cuadro:

Cuadro 10. Disposición de terminales para transformadores autoprotegidos

VOLTAJE PRIMARIO	34,5 GRD Y / 19,9 kV
VOLTAJE SECUNDARIO	120 / 240 VOLTIOS
TERMINALES	1 primario, 3 secundarios

VOLTAJE PRIMARIO	24,9 GRD Y / 14,4 kV
VOLTAJE SECUNDARIO	120 / 240 VOLTIOS
TERMINALES	1 primario, 3 secundarios

VOLTAJE PRIMARIO	13,8 GRD Y / 7,97 kV
VOLTAJE SECUNDARIO	120 / 240 VOLTIOS
TERMINALES	1 primario, 3 secundarios

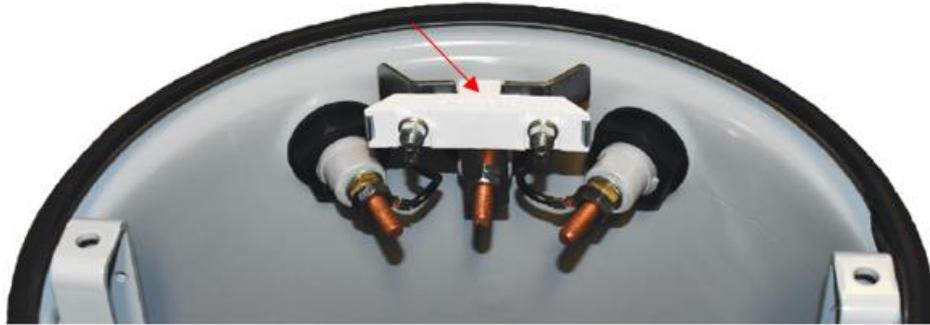
VOLTAJE PRIMARIO	13,2 GRD Y / 7,62 kV
VOLTAJE SECUNDARIO	120 / 240 VOLTIOS
TERMINALES	1 primario, 3 secundarios

El ICE se reserva el derecho de solicitar los transformadores con la tensión y potencia, que más convengan a sus intereses.

13. ESPECIFICACIONES PARTICULARES PARA TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS CONVENCIONALES

13.1 Cada transformador debe estar internamente provisto de un descargador de chispas de baja tensión en el secundario. En caso de daño, el mismo podrá ser sustituido. El fabricante deberá entregar una cantidad de éstos equivalente a un 10% de la cantidad total de transformadores adjudicados. La imagen adjunta muestra dicho descargador.

Imagen 6. Imagen representativa del descargador de chispas de baja tensión



13.2 Los transformadores convencionales deben disponer sus terminales de acuerdo con lo establecido en el siguiente cuadro:

Cuadro 11. Disposición de terminales para transformadores convencionales

Tensión Primario (kV)	Capacidad (kVA)	Terminales Primarios	Terminales Secundarios	Tensión Secundaria (V)
34,5 GRD Y / 19,9	10 a 100	1	3	120 / 240
34,5 GRD Y / 19,9	5 a 167	2	2	120 / 240
34,5 GRD Y / 19,9	25 a 167	2	2	277/480
34,5 GRD Y / 19,9	25 a 333	1	2	277/480
24,9 GRD Y / 14,4	10 a 100	1	3	120 / 240
24,9 GRD Y / 14,4	5 a 167	2	2	120 / 240
24,9 GRD Y / 14,4	25 a 167	2	2	277/480
24,9 GRD Y / 14,4	25 a 333	1	2	277/480
13,8 GRD Y / 7,97	25 a 100	1	3	277/480
13,8 GRD Y / 7,97	10 a 100	2	4	120 / 240
13,8 GRD Y / 7,97	15 a 167	2	2	277/480
13,2 GRD Y / 7,62	25 a 100	1	3	277/480
13,2 GRD Y / 7,62	10 a 100	2	4	120 / 240
13,2 GRD Y / 7,62	15 a 167	2	2	277/480
2,4/4,16 Y	10 a 100	2	3	120 / 240

El ICE se reserva el derecho de solicitar los transformadores con la tensión, potencia y con la cantidad de terminales, que más convengan a sus intereses.

14. ADICIONALES

14.1 La conexión entre el terminal primario y el pararrayos, se hará con un cable de calibre y tensión de trabajo adecuado para la capacidad del transformador entregado, con terminales de ojo en ambos extremos, de la misma forma que la imagen siguiente. Dicho cable



debe ser flexible, y debe soportar las inclemencias del tiempo. Igualmente, el pararrayos debe contar con un dispositivo de protección para fauna el cual debe topar con el primer faldón superior del pararrayos, sin que deje intersticio alguno. Tanto cable como dispositivo de protección serán suministrados. El dispositivo de protección contará con un pasante que permita la salida del cable desde el pararrayos, sin que se tenga que realizar ningún corte.

Imagen 7. Imagen representativa de la forma de conexión terminal primario con terminal de pararrayos



- 14.2 La manija del disyuntor contará con una etiqueta igual a la mostrada en la imagen siguiente, donde indique las posiciones de abierto con una A mayúscula, cerrado, con una C mayúscula, restaurar con una R mayúscula, prueba de luz piloto con una L mayúscula, y flechas bidireccionales que muestren la dirección de operación. La etiqueta será para uso en intemperie resistente a rayos UV, que no se desgaste su color y que no sufra desprendimiento. Deberá, además, resistir condiciones salinas. La etiqueta será visible a 15 m de distancia. La etiqueta será de color azul.

Imagen 8. Imagen representativa de etiqueta de abierto y cerrado en manija del disyuntor. No se muestra la etiqueta de restaurar ni de luz piloto



Nota: En esta imagen, no se muestra la indicación de restaurar “R”, ni de prueba de luz piloto “L”, las cuales deben incluirse, al igual que la flecha de dirección.

- 14.3 En la parte frontal del tanque se deberá colocar etiquetas indelebles y legibles que marquen los terminales secundarios X1, X2, X3, X4, o L y N (para transformadores convencionales en banco de dos terminales secundarios), según corresponda.

En la parte superior, se marcará el terminal primario, con una etiqueta indeleble y legible, donde se indique la tensión primaria y cada uno de los terminales H1, H2, según corresponda (imagen siguiente).

Las etiquetas serán para uso en intemperie resistente a rayos UV, que no se desgaste su color y que no sufra desprendimiento. Deberá, además, resistir condiciones salinas y no debe dejar residuos ni desprender la pintura, en caso de que necesite ser retirada. Las etiquetas serán visibles a 15 m de distancia. Las etiquetas serán de color azul.

Imagen 9. Imagen representativa de etiquetas en tapa para terminales e indicación de tensión



En la parte frontal del tanque se deberá colocar etiquetas indelebles y legibles, que queden a nivel, donde por la parte externa indique el nivel máximo de aceite. Las etiquetas serán para uso en intemperie resistente a rayos UV, que no se desgaste su color y que no sufra desprendimiento. Deberá, además, resistir condiciones salinas y no debe dejar residuos, pero no así, desprender la pintura, en caso de



que necesite ser retirada. En la parte interna del tanque, vendrá una indicación indeleble del nivel máximo y mínimo del aceite. Las etiquetas serán de color azul.

- 14.4 Entre la tapa del tanque y el tanque, deberá contar con dos etiquetas metálicas de seguridad con el nombre del fabricante, opuestos entre ellos 180° (imagen siguiente). Las etiquetas serán para uso en intemperie resistente a rayos UV, que no se desgaste su color y que no sufra desprendimiento. Deberá, además, resistir condiciones salinas y debe dejar residuos, pero no así, desprender la pintura, en caso de que necesite ser retirada. En vez de etiqueta de seguridad, se podrá hacer uso de 2 cintillos metálicos (tipo marchamo) colocados con la misma separación que los sellos. Dichos cintillos traerán inscrito un número único.

Imagen 10. Imagen representativa de sellos de seguridad



- 14.5 El tanque debe venir con las siguientes etiquetas, las cuales deben ser visibles a 15 m de distancia y en idioma español, si así corresponde. Las mismas serán para uso en intemperie resistente a rayos UV, que no se desgaste su color y que no sufra desprendimiento. Deberá, además, resistir condiciones salinas y no debe dejar residuos, ni desprender la pintura, en caso de que necesite ser retirada. También se debe respetar el Sistema Internacional de Unidades (SI), donde se indique correctamente la sigla de la unidad, y se deberá dejar el espacio entre la magnitud de la variable y la sigla correspondiente, si así corresponde.

a. Indicación de tensión: Debe ser color azul.

Imagen 11. Imagen representativa de etiqueta de indicación de tensión



Nota a la imagen anterior: Deberá colocarse la tensión adecuada según el transformador solicitado

b. Indicación de NO PCB o < 1 ppm PCB. Debe ser color azul.

Imagen 12. Ejemplo de etiqueta de NO PCB



c. Logotipo ICE. Debe ser color azul. Se debe respetar las dimensiones mostradas en la siguiente imagen.

Imagen 13. Logotipo ICE y dimensiones que se deben respetar



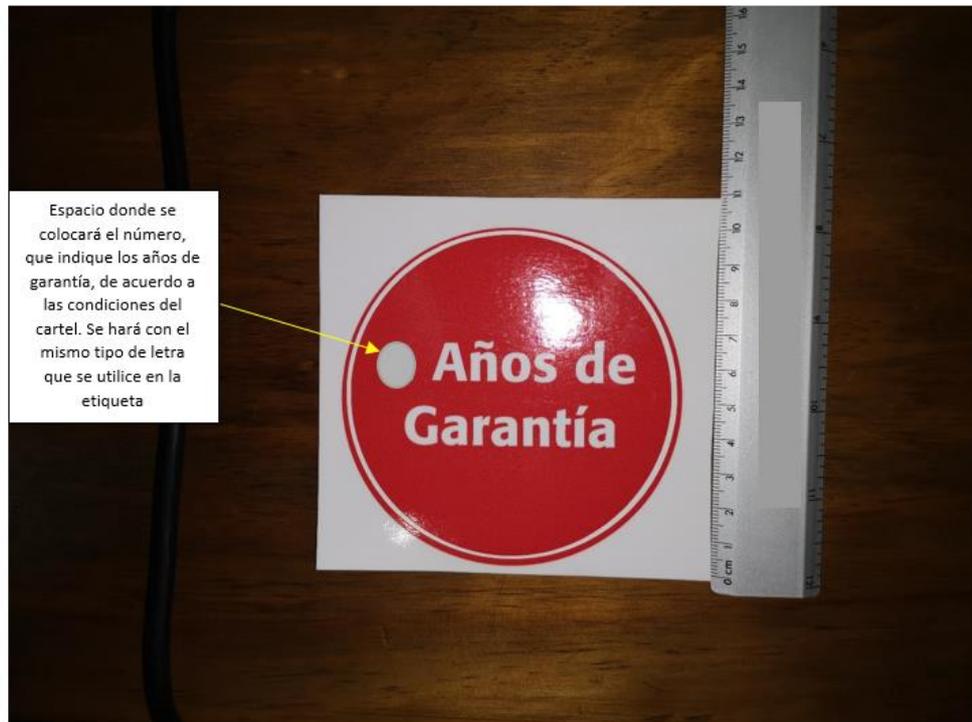




d. Etiqueta de garantía. Debe ser color roja con letras blancas. Se debe respetar las dimensiones mostradas en la siguiente imagen.

Imagen 14. Etiqueta de garantía y dimensiones que se deben respetar





e. Etiqueta número de equipo: Este número consta de 6 a 7 dígitos y debe ser solicitado al Centro de Pruebas de Equipos Especiales en Colima (CPEEC) previo a instalarlo. Debe ser color negro. La instalación podrá ser instalada de manera horizontal o vertical formando la secuencia del número provisto por el CPEEC. Se debe respetar las dimensiones mostradas en la siguiente imagen.

Imagen 15. Etiqueta de número de equipo y dimensiones que se deben respetar





Ejemplo de las etiquetas de números del equipo, formando la secuencia de número, solicitado al CPEEC

f. Etiqueta de advertencia de no operar con tensión junto al cambiador de derivaciones. La indicación y el color podrán variar, pero deberá ser entendible, legible y no debe prestarse para confusiones. Debe ser color azul.



Imagen 16. Imagen representativa de etiqueta de ejemplo de no operar con tensión junto al cambiador de derivaciones



g. Etiqueta de riesgo eléctrico. Debe ser igual a la mostrada en la siguiente imagen. Deberá venir colocada debajo de la etiqueta de advertencia de no operar con tensión.

Imagen 17. Etiqueta de riesgo eléctrico



h. Etiqueta indicando potencia aparente del transformador. Debe ser color azul, y se colocará entre 30 y 50 cm de la base del transformador, en la parte frontal del mismo.

Imagen 18. Imagen representativa de etiqueta de potencia aparente del transformador



Nota a la imagen anterior: Deberá indicar potencia aparente en números seguido de las letras kVA

i. Etiqueta de puesta a tierra. Debe ser color verde, y se colocará junto al terminal de tierra del tanque. La forma debe ser igual a la mostrada en la siguiente imagen.

Imagen 19. Imagen representativa etiqueta de puesta a tierra (debe ser color verde)



- 14.6 En la parte frontal inferior del transformador debe venir la marca del mismo.
- 14.7 No debe venir ningún otro tipo de etiqueta en ningún sitio del transformador. No se aceptará pintura en lugar de las etiquetas.
- 14.8 Se aceptará únicamente transformadores que tengan en su soporte de montaje al poste, dobleces en el soporte superior. El soporte inferior deberá ser liso.

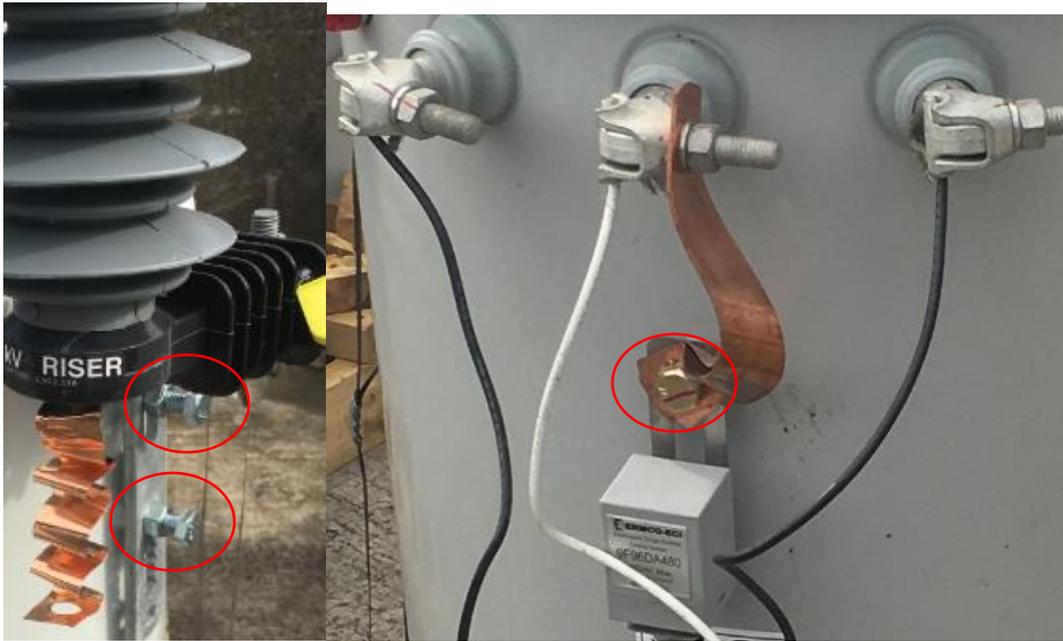
Imagen 20. Soportes de montaje



Transformador de la izquierda NO es aceptable. Transformador de la derecha SÍ es aceptable.

- 14.9 Debe incluirse con el pararrayos secundario y primario, los tornillos y arandelas, el soporte, y el aislador polimérico del pararrayos primario, para montaje al tanque. El tanque desde su proceso de diseño, debe contar con las previstas y las mismas deben ser roscadas. Tanto el pararrayos primario como el pararrayos secundario, deben contar con puntos de anclaje en la misma posición a los siguientes:

Imagen 21. Puntos de anclaje de los pararrayos primario y secundario



Izquierda muestra puntos de anclaje en círculos rojos para el pararrayos primario. Derecha muestra puntos de anclaje en círculo rojo para el pararrayos secundario

14.10 Se deberá troquelar la palabra ICE y el número de transformador asignado por el CPEEC, en el soporte superior de sujeción al poste del transformador, en la posición y tamaño aproximado, tal y como se muestra en la siguiente imagen.

Imagen 22. Troquelado por realizar en cada transformador



Se deberá restaurar la pintura, posterior al troquelado, pero de preferencia, deberá hacerse dicho troquelado antes de aplicar la pintura.



14.11 El tanque de cada transformador, contará con una válvula Schrader con tapón, la cual vendrá adosada en la parte superior del tanque, al menos a la misma altura en que se colocará la válvula de alivio de sobrepresión.

14.12 Debe existir conexión equipotencial entre el tanque y la tapa del transformador. Deberá presentarse el detalle y explicarse técnicamente, la forma en que la tapa se conecta equipotencialmente al tanque.

15. CONTROL DE CALIDAD

La valoración de los transformadores para su aceptación será, mediante resultados de eficiencia, pruebas complementarias e inspección, todas ellas medidas y realizadas por el CPEEC.

El ICE se reserva el derecho a solicitar al adjudicatario, pruebas adicionales indicadas en las normas IEEE e IEC para transformadores, según sus necesidades, para corroborar el cumplimiento de calidad de los transformadores. El no cumplimiento de estas pruebas o un resultado no satisfactorio, será objeto de rechazo de unidad o lote, según el párrafo de criterio de aceptación de este numeral.

En esta valoración se debe entender a la unidad, como un transformador de cualquier capacidad, tensión y tipo, mientras que el lote debe entenderse como todo el grupo entrante de transformadores de una misma capacidad, tensión y tipo.

Previo a obtener el dato de eficiencia, cada unidad bajo prueba en el CPEEC, deberá pasar sin inconveniente las siguientes pruebas complementarias e inspección:

- Resistencia de aislamiento.
- Resistencia de devanados.
- Relación de transformación: Independientemente del resultado, cualquier posición del cambiador de derivaciones que no enganche adecuadamente, será considerado como un fallo, lo que implica rechazo de la unidad bajo prueba.
- Potencial aplicado.
- Potencial inducido: Independientemente de su resultado, ante presencia de sonidos audibles, encendido de la luz piloto en transformadores autoprotegidos, y disparo de la prueba previo a la finalización de esta, será considerado como un resultado fallido, lo que implica rechazo de la unidad bajo prueba.
- Pérdidas sin carga.
- Pérdidas con carga.
- Inspección visual (corrosión, daños de elementos, falta o daño de pintura, faltante de elementos).



Una prueba e inspección de las anteriormente indicadas que una unidad bajo prueba no cumpla, será considerado un rechazo de unidad. Un rechazo de unidad en este instante, no pasará a la prueba de eficiencia.

Adicionalmente, en las instalaciones del CPEEC, el ICE escogerá al azar un transformador de cada tipo, capacidad y tensiones, para que el adjudicatario proceda a abrirlo y el ICE revise que cumpla con todo lo solicitado en estas especificaciones. Este proceso no comprometerá la garantía del transformador. Será responsabilidad del adjudicatario volver a dejar el transformador en las condiciones en que venía previo a la apertura.

Un incumplimiento durante la revisión por apertura del transformador, será considerado un rechazo de lote.

Para comprobar los valores de eficiencia, el ICE realizará pruebas a una cantidad de transformadores seleccionados al azar de entre un lote de iguales características, siguiendo los siguientes criterios:

- a- Para lotes de similares características (tipo, capacidad y tensiones) menores o iguales a 30 unidades, se comprobarán todas las unidades.
- b- Para lotes de similares características (tipo, capacidad y tensiones) mayores a 30 unidades, se comprobarán como mínimo 30 unidades más un 10 % de la cantidad de unidades excedente.

El criterio de aceptación para la eficiencia será el que a continuación se detalla:

Para lotes menores o iguales a 30 unidades, todos los equipos deben tener una eficiencia igual o mayor a la establecida en la norma antes indicada, de lo contrario se rechazará el lote completo.

Para lotes mayores a 30 unidades, el 95 % de los equipos probados deben tener una eficiencia igual o mayor a la establecida en la norma antes indicada, de lo contrario el lote total será rechazado. En ningún caso se aceptará unidades que tengan una eficiencia menor equivalente al 98 % del valor establecido, por lo que se considerará rechazada cualquier unidad con un valor inferior de eficiencia.

En caso de que el adjudicatario retire un transformador para reparación, podrá traerlo de vuelta para valoración, siempre y cuando cuente con la documentación nueva solicitada en este procedimiento.