TRANSFORMADOR CONVENCIONAL MONOFÁSICO (10 A 100 kVA) CON Y SIN TRANSFORMADORES DE CORRIENTE INTERNOS.

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

DEPARTAMENTO DE NORMALIZACIÓN

Código: NO.MA.07.04

Versión: 5.4

ELABORADO	REVISADO	APROBADO	ULTIMA ACTUALIZACIÓN
Departamento Normalización ENSA	Jefe Departamento Normalización ENSA	Gerente Planeación y Control ENSA	30 mayo 2024

INDICE

1. OBJETIVO 3
2. ALCANCE 3
3. GENERALIDADES 3
4. NORMAS APLICABLES 4
5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS 5
   5.1 Voltajes Nominales: 5
   5.2 Capacidades Nominales: 5
   5.3 Clase de Enfriamiento: 6
   5.4 Elevación de Temperatura: 6
   5.5 Polaridad: 6
   5.6 Pérdidas y Pesos Máximos Admisibles: 6
6. DISEÑO Y FABRICACIÓN 8
   6.1 Aisladores o pasamuros de alto y bajo voltaje: 8
   6.2 Identificación de los pasamuros: 11
   6.3 Núcleo del transformador: 11
   6.4 Devanados: 11
   6.5 Tanque: 11
   6.6 Tapa: 13
   6.7 Dispositivo de alivio de presión: 13
   6.8 Pintura: 13
   6.9 Aceite Aislante: 13
   6.10 Contratuercas: 14
   6.11 Cambiador de derivaciones: 14
   6.12 Placa de características del transformador: 15
   6.13 Placa de características del TC: 15
   6.14 Formulario de participación para procesos de adquisición 16
7. CARACTERÍSTICA DE TRANSFORMADORES DE CORRIENTE INTERNOS. 18
8. INSPECCION, PRUEBAS Y/O CERTIFICACIONES 20
9. PLANOS DE TALLER E INSTRUCTIVOS 21
10. MANEJO, EMBALAJE Y TRANSPORTE 21
11. REPUESTOS 23
12. TABLA DE INFORMACION PARTICULAR 23
13. TABLAS DE DATOS TECNICOS 26
14. CONTROL DE CAMBIOS 30

1. OBJETIVO

Establecer los requerimientos con los que deben cumplir los transformadores convencionales monofásicos de distribución con y sin transformadores de corriente en su interior.

2. ALCANCE

Esta especificación es aplicable a todos los transformadores convencionales monofásicos de distribución con capacidades desde 10 kVA hasta 100 kVA sumergidos en aceite mineral con y sin transformadores de corriente internos.

3. GENERALIDADES

3.1 Los transformadores de distribución cubiertos por esta especificación deberán cumplir con todos los requerimientos establecidos en este documento, sin excepción. Y El suministro deberá realizarse de acuerdo con la correcta práctica comercial e industrial.

3.2 Condiciones ambientales:

En general los transformadores de distribución deberán suministrarse para operar satisfactoriamente a la intemperie, bajo las siguientes condiciones ambientales:

- Altura sobre el nivel del mar: hasta 1000m
- Alta concentraciones de salinidad en zonas costeras
- Atmósferas marinas y/o industrial severo.
- Clima: Tropical
- Temperatura ambiente máxima: 40°C
- Temperatura ambiente mínima: 10°C
- Temperatura ambiente promedio: 25°C
- Humedad relativa: 85% o más.

3.3 Condiciones eléctricas de servicio:

Los transformadores serán instalados en redes de distribución eléctrica en configuración estrella 4 hilos o delta 3 hilos, a frecuencia nominal de 60 Hz y en los siguientes niveles de voltaje nominal:

- 2,400 / 4,160Y Volt
- 7,620 / 13,200Y Volt
- 12,000 delta Volt
- 19,920 / 34,500Y Volt

3.4 Los transformadores deberán ser nuevos y su fecha de fabricación no debe exceder de seis (6) meses antes de la fecha de orden de compra. No se aceptará el suministro de transformadores reconstruidos, ni rehabilitados.

3.5 Los transformadores objeto de este suministro, deberán estar diseñados, construidos y sometidos a pruebas de acuerdo con las últimas revisiones de las normas aplicables de la IEEE, NEMA y ANSI.

3.6 Todos los elementos galvanizados deberán ser por inmersión en caliente de acuerdo con la norma ASTM A153.

3.7 El proceso de fabricación de los transformadores y el proceso de producción del líquido aislante deberá estar sujeto a un programa de Control de Calidad cumpliendo con la norma ISO 9001 vigente.

3.8 El texto, tablas, figuras y referencia a otras normas se suplementan una a la otra, y deberán ser consideradas como parte integral de está especificación.

3.9 Todo transformador que presente en cualquiera de sus partes internas o externas, el menor indicio de corrosión, fisura o defecto de fábrica debe ser rechazado y reemplazado por una unidad nueva, a satisfacción de **ENSA**.

3.10 Los transformadores de corriente internos en los transformadores de distribución serán de tipo interior y su aislamiento deberá soportar las temperaturas internas del transformador.

4. NORMAS APLICABLES

El suministro de los transformadores deberá realizarse en estricta conformidad con las siguientes normas específicas, exceptuándose lo que esté contrariamente establecido en esta especificación técnica.

- **ANSI/IEEE C57.12.00-2010:** General Requirements for Liquid-Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers.
- **ANSI/IEEE C57.12.20-2005:** Overhead-Type Distribution Transformers, 500 kVA and Smaller: High Voltage, 34 500 V and Below; Low Voltage, 7970/13 800Y V and Below.
- **ANSI/IEEE C57.12.70-2000:** Terminal Markings and Connections for Distribution and Power Transformers.
- **ANSI/IEEE C57.12.80-2002:** Terminology for Power and Distribution Transformers.
- **ANSI/IEEE C57.12.90-1999:** Test Code for Liquid-Immersed Distribution, Power and Regulating Transformers and Guide for Short-Circuit Testing of Distribution and Power Transformers.
- **ANSI/IEEE C57.19.100 -1994:** Standard Performance Characteristics and Dimensions for Outdoor Apparatus Bushings.
- **ANSI/IEEE C57.91-1995:** Guide for Loading Mineral-Oil-Immersed Transformers.
- **ANSI/IEEE C57.106-2002:** Guide for Acceptance and Maintenance of Insulating Oil in Equipment.
- **ANSI C135.1-1999:** Standard for Zinc-Coated Steel Bolts and Nuts for Overhead Line Construction.

- **ASTM A153/A153M-09:** Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware.
- **ASTM B117-11:** Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus.
- **ASTM D3487-00:** Standard Specification for Mineral Insulating Oil Used in Electrical Apparatus.
- **ASTM D1816-04:** Standard Test Method for Dielectric Breakdown Voltage of Insulating Oils of Petroleum Origin Using VDE Electrodes.
- **ASTM D117-10:** Standard Guide for Sampling, Test Methods, and Specifications for Electrical Insulating Oils of Petroleum Origin.
- **ANSI/IEEE C57.13:** Standard Requirements for Instruments Transformers.
- **IEEE Std 1656** Guide for Testing the Electrical, Mechanical, and Durability Performance of Wildlife Protective Devices on Overhead Power Distribution Systems Rated up to 38 kV

5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

El diseño y fabricación de los transformadores cubiertas por esta especificación deberán cumplir con lo indicado a continuación:

5.1 Voltajes Nominales:

Los valores de voltajes nominales en los devanados de los transformadores incluidos en esta especificación y su nivel básico de impulso (BIL) requerido, son los indicados a continuación:

Devanado	Voltaje nominal (V)	BIL (kV)
Primario	2,400 / 4,160Y	60
	7,620 / 13,200Y	95
	12,000 delta	95
	19,200/34,500GrdY	150
Secundario	120/240	30
	240/480	30
	277	30

5.2 Capacidades Nominales:

Las capacidades nominales de potencias de los transformadores objeto de esta especificación se han estandarizados para los siguientes valores: **10 kVA, 15 kVA, 25 kVA, 37.5 kVA, 50 kVA, 75 kVA y 100 kVA.** Los voltajes correspondientes a cada rango de capacidades se muestran a continuación:

Capacidad (kVA)	Voltaje Secundario (V)
10 a 100	120/240
50 a 100	240/480
25 a 100	277

5.3 Clase de Enfriamiento:

El método de enfriamiento empleado para todos los transformadores de distribución convencionales que forman parte de esta especificación será de **clase ONAN**, según ANSI C57.12.00

5.4 Elevación de Temperatura:

5.4.1. El aumento en la temperatura promedio de los devanados, por encima de la temperatura ambiente indicada en la sección 3.2, no deberá ser mayor de 65°C cuando sea medida por el método de resistencia.

5.4.2. El punto más caliente, por aumento de temperatura, del embobinado no deberá exceder de 80 °C sobre la temperatura ambiente.

5.4.3. El aumento en la temperatura superficial del aceite no deberá ser mayor de 60°C.

5.4.4. Los límites de temperatura no deberán ser excedidos, cuando el transformador sea operado suministrando sus kVA nominales y a su voltaje secundario nominal por 24 horas.

Nota: Se debe cumplir con el procedimiento descrito en la guía de cargabilidad del IEEE Std. C57.91

5.5 Polaridad:

La polaridad de todos los transformadores monofásicos de capacidades menores o iguales a 167 KVA, para voltajes menores o iguales a 8.173KV, deberán ser de polaridad aditiva. Todos los demás transformadores deberán ser de polaridad sustractiva. Según ANSI C57.12.20

5.6 Pérdidas y Pesos Máximos Admisibles:

Los valores máximos admisibles de pesos, pérdidas sin carga y con carga en los transformadores son los indicados a continuación:

5.6.1. **Pérdida Sin Carga (pérdida en el hierro):** no debe ser mayor del valor indicado a continuación, según la capacidad nominal del transformador en VA.

5.6.2. **Pérdida Con Carga (pérdida en el cobre):** no debe ser mayor del valor indicado a continuación, según la capacidad nominal del transformador en VA.

5.6.3. **Peso del Transformador:** no debe ser mayor del valor indicado a continuación, según la capacidad nominal del transformador en VA,

Pérdidas en Sistema de 13.2 KV			
Potencia Nominal del Transformador de Poste (kVA)	**Pérdida Máxima sin Carga (W)**	**Pérdida Máxima con Carga (W)**	**Peso Máximo Admitido (kg)**
10	35	150	120
15	45	150	180
37.5	105	370	270
50	130	426	320

Pérdidas en Sistema de 13.2 KV				
Potencia Nominal del Transformador de Poste (kVA)	**Pérdida Máxima sin Carga (W)**	**Pérdida Máxima con Carga (W)**	**Eficiencia**	**Peso Máximo Admitido (kg)**
25	Indicar	Indicar	B (98.91)	205
75	Indicar	Indicar	C (99.09)	375
100	Indicar	Indicar	D (99.08)	410

Los datos de eficiencia son valores mínimos tomados de la siguiente tabla:

Tabla 2. Niveles de Eficiencia mínimos para Transformadores monofásicos de potencia ≤833 kVA, AT serie ≤34,5 kV, BT serie ≤1.2 kV.

Valores eficiencia mínima (%)				
Potencia (kVA)	**A**	**B**	**C**	**D**
5	98,7	98,62	98.32	98.02
10	98,7	98,62	98.50	98.39
15	98,82	98,76	98.63	98.50
25	98,95	98,91	98.80	98.69
37,5	99,05	99,01	98.91	98.80
50	99,11	99,08	98.99	98.91
75	99,19	99,17	99.09	99.02
100	99,25	99,23	99.15	99.08
167	99,33	99,25	99.22	99.19
167,5	99,33	99,25	99.22	99.19
250	99,39	99,32	99.25	99.18
333	99,43	99,36	99.28	99.20
500	99,49	99,42	99.32	99.22
667	99,52	99,46	99.35	99.24
833	99,55	99,49	99.37	99.26

A y B: datos tomados de DOE 10 CFR Part 431-2016, DOE 10 CFR Part 431-2010 o IEC TS 60076-20:2017.
C Promedio de B y D.
D Datos calculados de acuerdo a la NTC 818: 1995.
Niveles de Eficiencia calculados a temperatura de referencia de 55°C y factor de carga de 50%.

Para transformadores convencionales que operan en sistemas de voltaje inferiores a 13.2 KV, se empleara las tablas anteriores como referencia para pérdidas y pesos en el proceso de diseño.

Pérdidas en Sistema de 34.5 KV			
Potencia Nominal del Transformador de Poste (kVA)	**Pérdida Máxima sin Carga (W)**	**Pérdida Máxima con Carga (W)**	**Peso Máximo Admitido (kg)**
10	40	133	160
15	51	191	205
25	90	277	215
37.5	110	345	320
50	135	436	360
75	200	595	420
100	400	1000	-

Según se indica en la norma ANSI C57.12.00, las pérdidas totales de un transformador deben ser la suma de las pérdidas sin carga más las pérdidas con carga. La temperatura de referencia estándar para corregir las pérdidas bajo carga es de 85 °C, mientras que la temperatura de referencia sin carga debe ser de 20 °C.

6. DISEÑO Y FABRICACIÓN

6.1 Aisladores o pasamuros de alto y bajo voltaje:

Los transformadores monofásicos deberán estar equipados con dos pasamuros de alto voltaje en el lado del primario y tres pasamuros de bajo voltaje en el lado del secundario. El montaje de los pasamuros sobre el tanque del transformador debe ser de acuerdo con la norma ANSI/IEEE C57.12.20.

6.1.1 Pasamuros de Alto Voltaje:

6.1.1.1 Deberán ser fabricados con material porcelana, con características para su uso en la intemperie, tomando en cuenta las condiciones ambientales señaladas en la sección 3.2 de esta especificación. La distancia de fuga de los pasamuros de alto voltaje debe ser como se indicada en la norma ANSI C57.19.100, en donde los siguientes valores de distancia mínima de fuga están basados en el **voltaje línea a tierra en KV**, que debe soportar el bushing:

En el caso de sistemas en voltaje de 13.2 KV o menos el nivel esperado de distancia de fuga debe ser tal como se indica en la siguiente tabla:

Nivel de Contaminación	**Distancia de fuga por Voltaje**
Extra Alta	54 mm/ kV

En el caso de sistemas en voltaje de 34.5 KV el nivel esperado de distancia de fuga debe ser tal como se indica en la siguiente tabla:

Nivel de Contaminación	**Distancia de fuga por Voltaje**
Moderada	35 mm/ kV*

*De requerir ENSA un nivel superior en distancia de fuga para el sistema en 34.5KV, el fabricante o proveedor será notificado previamente.
Deberán ser ubicados en la tapa del tanque del transformador.

6.1.1.2 El medio de conexión debe ser del tipo anillo apernado, apropiado para usarse con conductores de cobre y aluminio. Deberá acomodar un rango de conductores desde #8 AWG sólido a #2 AWG trenzado.

6.1.1.3 Los pasamuros de alto voltaje deben ser suministrados con una cubierta protectora para fauna silvestre el cual debe cumplir con IEEE Std 1656 Guide for Testing the Electrical, Mechanical, and Durability Performance of Wildlife Protective Devices on Overhead Power Distribution Systems Rated up to 38 kV
Debe cumplir con los siguientes ensayos de diseño establecidos en la tabla de la guía IEEE Std 1656 y con el arreglo establecido en el numeral 6.1 de la misma guía.

- Incineración, prueba de llama horizontal (según numeral 5.9.2 de la guía IEEE Std 1656).
- Tensión aplicada en húmedo mayor o igual a 25 kV fase-tierra (120% de la tensión fase-tierra en sistemas de 36 kV, según numeral 5.2 de la guía IEEE Std 1656).
- Flameo en húmedo a frecuencia industrial (según numeral 5.3 de la guía IEEE Std 1656).
- Radiación ultravioleta (según numeral 5.6 de la guía IEEE Std 1656).

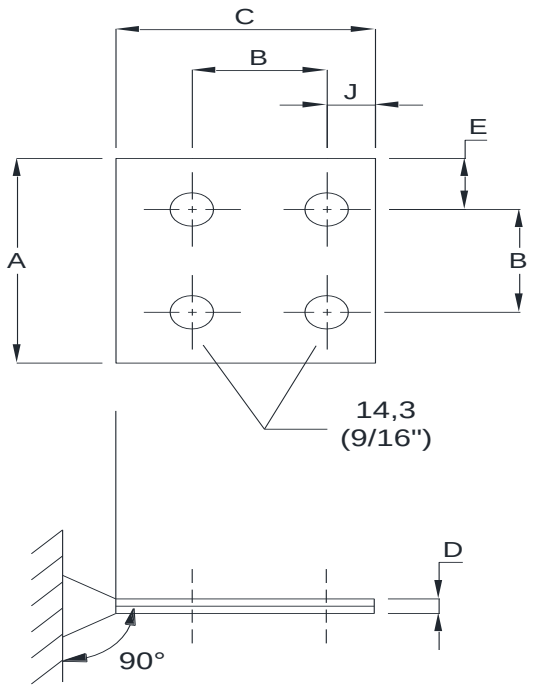
6.1.2 **Pasamuros de Bajo Voltaje:**

6.1.2.1 Deberán ser fabricados con material porcelana o poliéster reforzado con fibra de vidrio, con características para su uso en la intemperie, tomando en cuenta las condiciones ambientales señaladas en la sección 3.2 de esta especificación. Deberán ser ubicados en un lado del tanque del transformador.

6.1.2.2 Para transformadores de 10, 15, 25, 37.5 y 50 KVA el medio de conexión debe ser del tipo anillo apernado, apropiado para usarse con conductores de cobre y aluminio. Los conectadores deberán acomodar un rango de conductores tal como se indica a continuación:

Calibre	Voltaje (V)	Potencia (kVA)
#6 a 4/0 AWG	120/240	10-15
	240/480	10-25
#2 AWG a 350 kcmil	120/240	25-50
	240/480	37.5-100

6.1.2.3 Para transformadores de 75 y 100 KVA los conectores serán de tipo pala y sus características dimensionales serán las indicadas en la Norma ANSI C57.12.20 detalle pala H. Seguidamente se muestran las dimensiones.



Dimensiones de terminales de B.T	Potencia del Transformador (KVA)
	75 -100
Candidad de Huecos	4
Diametro de Huecos (mm/")	14.3 (9/16")
A- Ancho de Platina (mm/")	88.9 (3-1/2")
B- Distancia entre huecos (mm/")	44.5 (1-3/4")
C- Longitud mínima de platina (mm/")	85.7 (3-3/8")
D- Espesor mínimo de platina (mm/")	6.4 (1/4")
E- Distancia al lateral (mm/")	22.2 (7/8")
J- Distancia al extremo (mm/")	15.9 (5/8")

6.2 Identificación de los pasamuros:

6.2.1 Los pasamuros del devanado primario deben estar identificados con la letra "H" y los del devanado secundario con la letra "X", de tal modo que al colocarse frente a los terminales de bajo voltaje el terminal señalizado como H1 debe estar a mano izquierda y el H2 a mano derecha.

6.2.2 La señalización de los pasamuros debe estar de acorde con la polaridad del transformador, según se indica en la sección 5.5. En los transformadores con polaridad aditiva H1 y X1 deben estar localizados en forma diagonal y en los transformadores con polaridad sustractiva H1 y X1 deben estar localizados en forma adyacente, en conformidad con la norma ANSI C57.12.70.

6.3 Núcleo del transformador:

El núcleo debe fabricarse con láminas de acero al silicio, de grano orientado y laminado en frío, o de material amorfo.

6.4 Devanados:

Los devanados del transformador podrán ser de cobre o aluminio.

Nota: El núcleo y las bobinas se fijarán al tanque de modo que no se presenten desplazamientos cuando se mueva el transformador.

6.5 Tanque:

6.5.1 El tanque del transformador deberá ser de forma cilíndrica de tipo sellado con cubierta y empaque garantizando su hermeticidad, y construido con una sola lámina de acero laminado en frío.

6.5.2 El tanque deberá tener dos facilidades para poder hacer la conexión de puesta a tierra: al tanque mismo y para conectar el pasamuro secundario neutral al tanque.

6.5.3 El pasamuro secundario neutral del transformador deberá conectarse al tanque y a tierra a través de una cinta de cobre removible, con un tornillo y una arandela. El punto de conexión deberá estar colocada directamente por debajo del pasamuro secundario neutral. Este requisito debe venir instalado de fábrica (ver Figura 1, Detalle A).

Nota: Las unidades con voltaje secundario de 240 / 480 volt, no están sujetas a este requerimiento.

6.5.4 El transformador deberá contar con adecuaciones para la instalación de un descargador de sobretensión (pararrayo) directamente sobre el tanque, esta adecuación estará compuesta por dos roscas tipo hembra (ver Figura 1, Detalle C) las cuales vendrán de fábrica con tornillos de ½" de diámetro y ¾" de largo, de cabeza hexagonal. El orificio inferior será utilizado para la conexión a tierra del descargador de sobretensión.

6.5.5 El tanque deberá disponer de agarraderas permanentes para poder levantar e izar el transformador.

6.5.6 Todo fabricante o proveedor que participe en los procesos de licitación con fines de adjudicación de compras deberá presentar un plano que detalle el peso y las dimensiones de los transformadores, características que serán evaluadas como parte del proceso de adjudicación de compra mencionado.

6.5.7 Se le deberá pintar con letras de tres (3) pulgadas de alto y dos (2) pulgadas de ancho, color negro, en la posición que indica la figura 1, la siguiente información:

- Capacidad del transformador en kVA
- Nombre ENSA
- Indicativo de NO-PCB
- Identificación de los pasamuros del secundario. Según sección 6.2.
- Voltaje primario y secundario del transformador (pintado a un costado del tanque)

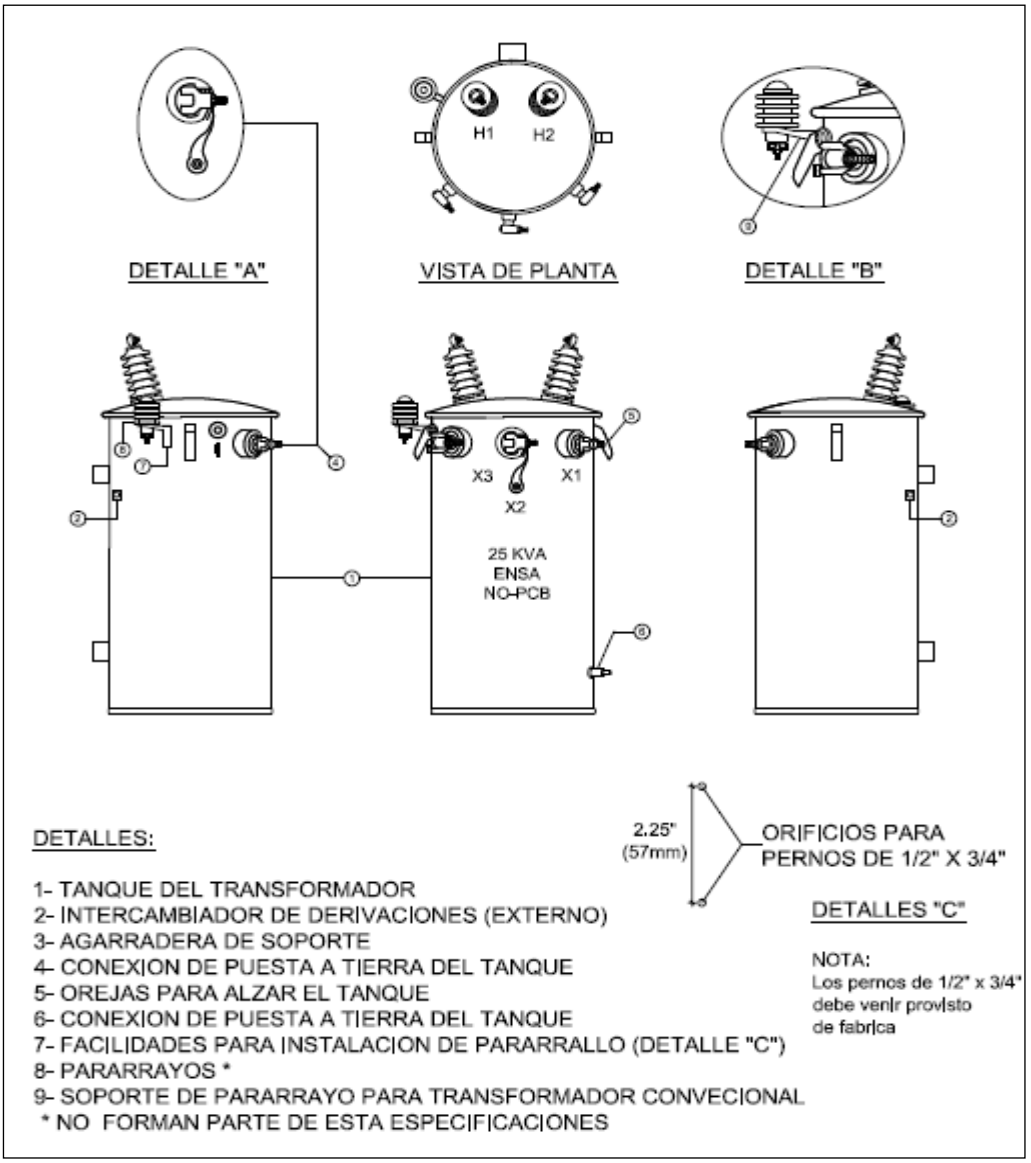


Figura 1. Detalles de los transformadores de distribución.

6.6 Tapa:

6.6.1 La tapa del transformador debe ser del mismo material y espesor del tanque y su diseño debe ser tal que no permita el almacenamiento de agua encima de ella.

6.6.2 Se debe sujetar al tanque por medio de un fleje o aro, o con tornillo central y debe estar provista de un empaque para mantener la hermeticidad.

6.6.3 Se deberá pintar en la tapa la siguiente información:

- Identificación de los pasamuros del primario. Según sección 6.2.
- Voltaje primario del transformador.

Nota: La tapa debe ser desmontable. No se aceptan transformadores cuyas tapas estén soldadas al tanque.

6.7 Dispositivo de alivio de presión:

Todo transformador debe tener un dispositivo de alivio de sobrepresión, tal como una válvula de sobrepresión que sea fácilmente reemplazable, colocada en la pared del tanque sobre el nivel máximo alcanzado por el líquido, diseñado para operar a una presión de 8 psi.

6.8 Pintura:

6.8.1 La pintura para el transformador deberá resistir las condiciones atmosféricas para servicio permanente a la intemperie, como las indicadas en la sección 3.2.

6.8.2 Se debe preparar la superficie del tanque con un proceso de limpieza o desengrase con soluciones químicas o por medios mecánicos, con lo cual se deben retirar aceites, grasas u otras posibles impurezas presentes en la superficie que se va a pintar.

6.8.3 Luego de la limpieza se debe aplicar dos (2) capas de anticorrosivo en las paredes externas e internas del tanque, y tapa del transformador, que no reaccione con el aceite.

6.8.4 El acabado debe realizarse con la aplicación de dos (2) capas de pintura tipo epóxica color gris cielo #70 de la ANSI, deberá ser resistente a la corrosión y adecuado para resistir la exposición durante 1000 horas en cámara de niebla salina, según la norma ASTM B117-54.

6.8.5 La adherencia de las capas de pintura externa deberá ser de acuerdo con la norma ASTM D 4541.

Nota: No se debe utilizar pinturas que contengan cromatos y óxidos de plomo.

6.9 Aceite Aislante:

6.9.1 El líquido aislante utilizado deberá ser **aceite mineral con inhibidor** y deberá cumplir con las características físicas, químicas y eléctricas contempladas en la norma **ASTM D3487** para aceites minerales **tipo II**.

Nota: El aceite mineral utilizado deberá ser nuevo.

6.9.2 Se deberá indicar la naturaleza y concentración del inhibidor u otro aditivo adicional utilizado, así como sus características físicas y químicas, composición, nombre común y genérico.

6.9.3 El aceite aislante no debe tener efectos negativos, ni tóxicos sobre el medio ambiente, ni sobre la salud de los seres humanos o ser perjudicial para los seres vivos.

6.9.4 El aceite aislante tendrá como base el Acta de Control de Sustancias Tóxicas (TSCA, por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos de Norte América.

6.9.5 El Fabricante y/o proveedor deberán acatar, cumplir y aplicar las normas vigentes relativas a la gestión ambiental integral en el ámbito nacional e internacional, entre ellas, en las que se aprueba el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) a través del cual se establecen medidas para minimizar los riesgos derivados del uso, almacenamiento, manipulación, transporte, tratamiento y eliminación de equipos, aceites, desechos y suelos contaminados con PCB, con el propósito de proteger la salud humana y el medio ambiente de los efectos nocivos de los contaminantes orgánicos persistentes.

Además, deberá tener en cuenta que en la fabricación y producción de los equipos controló la utilización de sustancias tóxicas y peligrosas que, en su almacenaje, instalación, operación y/o mantenimiento del producto, no generó residuos peligrosos

6.9.6 El valor límite de voltaje de ruptura del dieléctrico según el método de prueba establecido en la norma ASTM D1816, con 0.040 pulgadas de abertura, es el siguiente:

Clase 34.5 kV o menos	20 kV - mínimo

NO SE PERMITEN TRANSFORMADORES CUYO ACEITE AISLANTE CONTENGA PCB's (BIFENILOS POLICLORADOS), NI SUS DERIVADOS O CUYAS CONCENTRACIONES DE PCB SEAN MAYORES DE 5 PPM SEGÚN SE INDICA EN LA RESOLUCIÓN NO. 0169 DE 21 DE FEBRERO DE 2011 del Ministerio de Salud.

6.10 Contratuercas:

Todas las conexiones eléctricas, tornillos de montaje de los pasamuros y los tornillos de adhesión de la cubierta, requieren de contratuercas. Las contratuercas deberán ser fabricadas de un material que cumpla con los requerimientos de la norma ANSI B18.21.1, última revisión. La tornillería en general debe estar hecha de acero inoxidable.

6.11 Cambiador de derivaciones:

6.11.1 Los transformadores deberán estar provistos de un cambiador manual de derivaciones conectado en el lado primario del transformador. Que permita ajustar el voltaje dos (2) posiciones hacia arriba y dos (2) posiciones hacia abajo en intervalos de 2.5% del voltaje nominal.

6.11.2 La operación del cambiador se deberá efectuar con el transformador desenergizado por medio de una perilla colocada en el exterior del tanque en una parte externa del mismo, de tal manera que para efectuar la operación de conmutación el transformador no deberá destaparse ni deberá perder su hermeticidad. En la perilla de accionamiento, placa indicadora o pared del tanque se deberá indicar claramente cada una de las respectivas posiciones de tensión. El mecanismo propio de conmutación deberá colocarse internamente dentro del tanque del transformador y sumergido en el aceite. Los transformadores deben ser despachados con el cambiador en la derivación neutral.

Nota: el transformador deberá entregar su potencia nominal en cualquier posición del cambiador de derivaciones.

6.12 Placa de características del transformador:

La placa deberá ser de acero inoxidable y tener las letras gravadas con una técnica que impida su deterioro durante la vida útil del transformador. La información de datos de placa debe incluir, pero no limitarse a lo siguiente:

- Número de serie
- Clase
- Número de fases
- Frecuencia
- Voltaje nominal
- kVA nominal
- Temperatura ambiente
- Aumento de temperatura, grados Celsius
- Polaridad
- Impedancia en porcentaje
- Volumen del aceite aislante en litros
- Peso total aproximado
- Diagrama de conexión
- Nombre del fabricante
- País del fabricante
- Fecha de fabricación
- Referencia al instructivo de operación y mantenimiento
- Material del conductor para cada embobinado
- Código de barras (serie/voltaje (V)/capacidad (kVA)/ fecha fabricación)

6.13 Placa de características del TC:

Cuando el transformador de distribución tenga TC interno se deberá agregar a la placa de características los siguientes datos relacionados con el TC:

- Número de serie
- Polaridad de las bobinas
- Precisión
- Relación de transformación nominal
- Frecuencia nominal
- Burden

- Diagrama de conexión

Nota: La placa de características estará sujeta a aprobación por parte de ENSA

6.14 Formulario de participación para procesos de adquisición

El siguiente formulario debe ser facilitado al proveedor al momento de un proceso de compra, el cual debe ser devuelto para poder comparar los requisitos solicitados en la especificación técnica contra la oferta que presenta en el momento y deberá entregarlo obligatoriamente.

Validación de Requerimientos Técnicos de la Oferta

	Solicitado	Ofertado
Material		
Decripción		
Código		
Características dimensionales		
Altura total		
Diámetro cuba		
Fondo		
Peso		
Características mecánicas		
Presión en el tanque de aceite		
Características eléctricas		
Potencia		
Voltaje de lado primario		
Voltaje de lado secundario		
Tensión de cortocircuito		
BIL del lado primario		
BIL del lado secundario		
Tensión soportada a frecuencia industrial primaria		
Tensión soportada a frecuencia industrial secundaria		
Frecuencia	60 Hz	
Refrigeración	ONAN	
Elevación de temperatura	65°C	
Bobinado		
Material del bobinado del lado primario		
Material del bobinado del lado secundario		
Bornas		
BIL que soporta		
Tensión soportada a frecuencia industrial en seco, 1 minuto		
Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia 10 segundos		
Distancia de fuga y clase (MEDIUM, HEAVY, EXTRA HEAVY)		
Aceite		
Tipo	Aceite Mineral tipo II	
Voltaje de ruptura del dieléctrico:	34 KV	
Protección		
Escalones de regulación de tensión:	2 pasos de +/- 2.5%	
Pérdidas		
En vacío		
En carga		
Totales		
Certificaciones	ANSI C57.12.00	

7. CARACTERÍSTICA DE TRANSFORMADORES DE CORRIENTE INTERNOS.

Cuando el transformador de distribución incluya transformador de corriente (TC) en su interior, éste deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

7.1. Condiciones generales:

El TC será de tipo interior conectado a los bujes de baja tensión y cuyo asilamiento debe soportar las temperaturas internas del transformador.

7.2. Condiciones de instalación:

El secundario del TC estará disponible y debidamente marcado en el exterior del tanque de los transformadores de distribución e identificado con conductores de color negro y rojo. Las conexiones de salida se deben conectar con terminales macho hembra y deben llegar a una porta bornera exterior fijada a la pared del tanque del transformador.

7.3. Precisión de los transformadores de corriente:

La precisión de los TC's debe estar en conformidad con la norma ANSI/IEEE C57.13

7.4. Selección de los transformadores de corriente:

Para garantizar la precisión de la medida se debe seleccionar la corriente del TC de forma tal que la corriente secundaria a plena carga del transformador de distribución esté entre el 80% y el 120% del valor nominal de corriente de los TC's.

7.5. Cargabilidad:

La selección de los TC's debe garantizar que su error de relación se encuentre en el rango admisible para sus condiciones normales de operación. Por ello se debe procurar que la cargabilidad se encuentre entre el 25% y el 100% de los VA nominales del TC.

7.6. Características de construcción:

7.6.1. El TC debe ser del tipo interior de núcleo entero.

7.6.2. El núcleo debe ser construido con chapa magnética y un factor de seguridad de acuerdo con lo establecido en la ANSI/IEEE C57.13.

7.6.3. La envolvente exterior deberá ser aislante, no debe permitir el ingreso de humedad y no debe verse afectada por el contacto con el aceite mineral del transformador de distribución. Por lo cual debe soportar las temperaturas generadas en el interior del transformador a plena carga.

7.6.4. La clase de precisión debe ser ≤ 1

7.7. Bornera y conexión:

7.7.1. Los bornes y el bloque terminal de conexión secundario deben ser seguros a las vibraciones, resistentes a la corrosión, deben evitar cualquier contacto accidental o no deseado, la conexión de la bornera con el cable de señal que va al medidor debe ser con terminal tipo ojo para una mejor sujeción. Debe poder cortocircuitar

la parte secundaria estando en servicio el transformador de distribución, de tal manera que permita cambiar o realizar trabajos en el medidor. El puente utilizado para cortocircuitar la bornera debe venir incluido. Por lo anterior los bornes secundarios deben ser dobles, adicionalmente deberán estar marcados en forma clara e indeleble y de acuerdo con el diagrama de conexión.

7.7.2. Los TC's deben venir con 50 cm de cable Cu, clase B, tipo THW, 2 x No 12 AWG y con su respectivo conector o pieza de empalme. El cable debe ser marcado con un distintivo para determinar si es S1 ó S2. La marcación deberá ser resistente a la intemperie y a los rayos del sol. Este cable debe estar cubierto por un material resistente a la intemperie, rayos del sol, temperatura, aceite, que no se degrade a causa de estos factores pudiendo causar la perdida de hermeticidad del transformador.

7.7.3. La bornera debe ser diseñada para trabajo con niveles de tensión iguales o menores a 600 V. Esta debe venir con una cubierta resistente a los rayos UV y la intemperie, la cual evite la entrada de agua a las terminales de conexión de los cables de señal de los CT´s

7.8. Salida de la señal de los TCs:

La salida de la señal de los TCs deberá venir dentro de una caja con nivel de protección IP65, puerta con bisagras con un ángulo de apertura mínimo de 120º, desde la posición de cierre, provista de empaque y manija o cierre tipo pestillo La perforación para su instalación deberá estar ubicada por encima del nivel de aceite y se debe garantizar la hermeticidad del transformador.

7.9. Relación de los TCs:

De acuerdo con la capacidad del transformador de distribución los TCs deberán tener la siguiente relación de transformación de corriente:

POTENCIA (KVA)	VOLTAJE BT (V)	RELACIÓN TC
15	240-120	75/5
25	240-120	100/5
37.5	240-120	150/5
50	240-120	200/5
75	240-120	300/5
100	240-120	400/5

7.10. Características generales:

Los transformadores de corriente deben tener las siguientes características generales:

Corriente secundaria nominal	5 A
Frecuencia	60 Hz
Voltaje máximo de la red	600 V
Nivel de aislamiento a frecuencia industrial, 1 minuto	3 kV, 60 Hz
Factor de seguridad	Menor o igual 5
Current Rating Factor	2
Clase de precisión	≤ 1 ANSI
Número de secundarios	1
Burden	5 VA ó mayor

8. INSPECCION, PRUEBAS Y/O CERTIFICACIONES

8.1 Inspección:

El proponente deberá informar a **ENSA** por lo menos seis (6) semanas antes de las pruebas programadas de los transformadores, de manera que **ENSA** pueda mandar a sus representantes o personal técnico a verificar las pruebas.

La presencia de la inspección de **ENSA** en la fábrica, no libera al contratista ni al fabricante de cumplir con todo lo indicado y señalado en está especificación.

8.2 Pruebas:

Todas las pruebas deberán ser llevadas a cabo según la norma ANSI C57.12.90, última revisión.
Las pruebas a ser llevadas a cabo deberán incluir, pero no limitarse a las indicadas.

8.2.1 Las siguientes pruebas de rutina deberán ser efectuadas en fábrica, a cada uno de los transformadores:

a. Prueba de relación de vueltas
b. Prueba de relación de fase y polaridad
c. Pérdidas sin carga y corriente de excitación, a voltaje y frecuencia nominal
d. Pérdidas con carga e impedancia a voltaje y frecuencia nominal
e. Pruebas de potencial inducido (prueba dieléctrica a baja frecuencia)
f. Prueba dieléctrica del aceite aislante
g. Prueba mecánica de fugas al tanque
h. Prueba de cortocircuito

8.2.2 Las siguientes pruebas de diseño deberán ser entregadas por la fábrica, por cada uno de los tipos de transformadores:

a. Medición de la resistencia en todos los embobinados
b. Prueba de aumento de temperatura
c. Prueba del nivel audible de ruido
d. Prueba mecánica de presión al tanque

8.2.3 Cuando el transformador de distribución tenga TC interno se deberán efectuar pruebas tipo o de diseño y recepción a los TC's de acuerdo con lo indicado en la norma ANSI/IEEE C57.13. Las pruebas a ser llevadas a cabo deberán incluir, pero no limitarse a las indicadas.

a. Verificación de las marcas de los bloques de conexión
b. Ensayos de precisión
c. Prueba de polaridad
d. Ensayo de voltaje inducido
e. Sobretensión entre espiras

8.2.4 Muestreo del Aceite Aislante o Dieléctrico:
Antes de que los transformadores salgan de la fábrica, se debe entregar A **ENSA**, un análisis previo del lote. No está permitidos transformadores cuyo fluido de aislamiento sea PCB o que tenga concentraciones tóxicas de PCB mayores de 5 ppm según se indica en la resolución no. 0169 de 21 de febrero de 2011

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 indica: marca y número de serie del transformador analizado, las características físicas y químicas del aceite, los tóxicos presentes (si los tiene, con sus concentraciones en ppm).

8.3 Certificaciones:

El Contratista o Proveedor deberá suministrar a **ENSA**, en un término de 15 días calendario después de realizadas las pruebas, una copia original de las certificaciones de todos los datos y resultados de las pruebas, y reporte que incluya todas las unidades fabricadas para **ENSA.**

Los transformadores no deben ser embarcados hasta que **ENSA** haya recibido todos los datos y resultados de las pruebas realizadas a los mismos, y **ENSA** se reserva el derecho a rechazar las unidades cuyos datos de prueba no cumplan con lo indicado en esta especificación.

9. PLANOS DE TALLER E INSTRUCTIVOS

El Contratista deberá suministrar a ENSA, los planos de taller de cada tipo de transformador que indique esta especificación.

Los planos de taller deberán mostrar el detalle de todos y cada uno de los elementos integrantes de los transformadores. Las dimensiones pertinentes, los datos característicos, las características del líquido aislante deberán ser indicadas. Cualquier variación en las dimensiones debido a las tolerancias de fabricación se debe indicar.

En adición a los planos de taller, se deberán suministrar seis (6) copias de lo siguiente:

- Instrucciones para la instalación de los transformadores
- Manual de operación y mantenimiento de los transformadores

10. MANEJO, EMBALAJE Y TRANSPORTE

10.1 Manejo:

Los transformadores a ser suministrados de acuerdo a la presente deberán ser manejados y empacados de acuerdo con la práctica comercial normalmente aceptada, de manera que las unidades no sufran ningún tipo de golpe o deterioro durante el manejo.

Los transformadores deberán ser embarcados completamente con todos los accesorios para su inmediata y normal instalación, garantizándose una entrega satisfactoria.

10.2 Embalaje:

10.2.1 Los transformadores serán adecuadamente embalados en cajas nuevas y resistentes de madera, no retornables, cada una de las cuales contendrá un solo tipo de transformador.

10.2.2 Las cajas deberán ser adecuadamente reforzadas para transporte terrestre y marítimo, y para resistir su almacenamiento a la intemperie en una zona tropical con alta temperatura, alta humedad y frecuentes lluvias.

10.2.3 El embalaje deberá ser del tipo para exportación.

10.2.4 La madera usada para la fabricación de los embalajes de envío, deberán ser nuevas, bien tratadas, sanas y libres de nudos y decaimiento.

10.2.5 Los embalajes deberán estar provistos de una base tipo "skid base". Los transformadores deberán ser asegurados a la base del embalaje, ya sea mediante cintas metálicas, pernos o ataduras, durante el envío y manejo del mismo.

10.2.6 Atención particular deberá prestarse a la protección de los pasamuros de porcelana de alto voltaje durante el envío.

10.2.7 El embalaje deberá ser lo suficientemente fuerte para prevenir daños por apilamiento y manejo.

10.3 Transporte:

Los transformadores deben ser transportados cumpliendo con las disposiciones legales existentes en la República de Panamá en materia de movimiento de carga, 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 y fuga o escape del líquido aislante o dieléctrico durante el transporte de los mismos hasta el sitio de entrega indicado por **ENSA**. Durante el transporte se debe tener en cuenta y cumplir los requisitos técnicos y de seguridad para el manejo y transporte de esta clase de equipos por carretera en vehículos automotores en todo el territorio nacional, con el fin de minimizar los riesgos, garantizar la seguridad y proteger la vida y el medio ambiente.

Si por alguna razón, durante la operación de Manejo, Embalaje, Transporte y Almacenamiento, y antes de ser recibido conforme por **ENSA**, se produjera un percance o accidente, como rotura del transformador u otro daño, y tenga como consecuencia un derrame o fuga del líquido aislante o aceite aislante o dieléctrico, o dispersión del material o componente del equipo, el Contratista o Proveedor es el responsable por la operación de remoción, recuperación, limpieza, descontaminación, embalaje, transporte y disposición final del líquido, materiales y equipos utilizados en las operaciones antes mencionadas y costeará los gastos en que se incurra. Además, cumplirá con las disposiciones legales establecidas en la República de Panamá en materia de Preservación y Conservación del Medio Ambiente y los Recursos Naturales. Así también la Preservación y Bienestar de la Salud Humana; incluida en la Legislación Internacional referente a los Tratados, Acuerdos y Convenios del que la República de Panamá es signataria.

10.4 Señalización:

Además de las marcas requeridas normalmente con propósito de embarque, cada caja donde se embarquen los transformadores deberá ser rotulada con la siguiente información:

- Nombre del fabricante y lugar de fabricación
- Número de catálogo del transformador
- Capacidad en kVA y voltaje nominal
- Peso bruto y neto de cada caja
- Destinatario y país de destino:
- CONTRATISTA/ENSA /REPUBLICA DE PANAMA
- Número de Contrato u Orden de Compra
- Tipo o clase del líquido aislante o dieléctrico
- Volumen del líquido aislante en litros

11. REPUESTOS

El Contratista deberá incluir con su propuesta, una copia del catálogo y de la lista de precios para "Partes de Repuestos para Transformadores de Distribución Tipo Poste", el cual debe incluir la descripción de las piezas, número de catálogo y precio unitario respectivo.

12. TABLA DE INFORMACION PARTICULAR

12.1. Información requerida con la propuesta:

El proponente deberá suministrar la siguiente información garantizada de fábrica con su propuesta:

- Tabla No. 1 - Datos Técnicos del Transformador (ver sección 13)
- Tabla No. 2 - Datos Técnicos del Líquido Aislante (ver sección 13)

Donde sea necesario, los valores medidos deberán ser corregidos a una temperatura de referencia de 85 °C.

12.2. Evaluación de las Pérdidas con Carga y Sin Carga

12.2.1. Compras para ***ENSA***

Los costos de los transformadores de distribución serán evaluados en base a la fórmula indicada a continuación y se usará para cada compra, como complemento a la evaluación técnica:

$$A = B + (F * C) + (E * D) \quad [\$]$$

Dónde:

A = Costo evaluado a valor presente

B = Precio unitario propuesto ($)
C = Pérdidas sin carga (en kW)
D = Pérdidas con carga (en kW)
E= Coeficiente de Capitalización de la potencia de las pérdidas con carga ($/KW)
F= Coeficiente de Capitalización de la potencia de las pérdidas en el vacío ($/KW)

Nota: La fórmula presentada tiene como objetivo cuantificar el valor económico de las pérdidas de energía eléctrica de los transformadores, con el fin de comparar ofertas para las compras.

Se debe calcular E y F para cada compra con las siguientes fórmulas:

$$E = A_1\,[(8760 * F_P * CE) + 12 * CP\ ]\ [\$/KW]$$

$$F = B_1\,[(8760 * CE) + 12 * CP\ ]\ [\$/KW]$$

Dónde:

- A_1: 4.46
- B_1: 8.11
- 8760: horas de año (horas del mes por meses del año, 730 horas x 12 meses)
- F_p: Factor de pérdida
- CE: Precio medio de la compra de Energía ($/KWh - mes)
- CP: Precio medio de la compra de Potencia ($/KW-mes)

Los valores de CE, CP se tomarán de los valores presentes del mercado eléctrico.

El valor de A_1 representa el coeficiente para las pérdidas con carga, las cuales varían con la carga del transformador e incluyen el efecto de diversidad de las pérdidas con carga (f_p); para este coeficiente se consideran el crecimiento de la carga del transformador (c) y la taza de actualización (t).

El valor de B_1 representa el coeficiente para las pérdidas sin carga y se obtiene al utilizar la fórmula para el factor presente de una serie uniforme; para este coeficiente se considera la taza de actualización (t).

Los valores de A_1 y B_1 fueron obtenidos según las fórmulas y valores siguientes:

$$A_1 = \sum_{k=1}^{n} \frac{\left[I_1(1+c)^{k-1}\right]^2}{(1+t)^k}$$

$$B_1 = \frac{\left[(1+t)^n - 1\right]}{\left[t(1+t)^n\right]}$$

Donde, n (años) = 20; t (tasa de actualización) = 8.94%; Fp (factor de pérdidas) =0.3; c (tasa de crecimiento de la carga) = 3%; I_1 (carga inicial) = 0.6

12.2.2. El comprador (ENSA), podrá hacer pruebas independientes de las pérdidas de los transformadores, en cuyo caso estos valores serán usados como pruebas de pérdidas actuales.

12.2.3. En el caso de que los valores de pruebas de pérdidas actuales sean mayores que los valores garantizados de fábrica, el contratista será penalizado (por cada unidad) como se indica en el punto 1.a de esta especificación técnica.

- Según el valor obtenido para "E" por kW de incremento adicional en pérdidas con carga (load losses).

- Según el valor obtenido para "F" por kW de incremento adicional en pérdidas sin carga (no-load losses).

Las multas indicadas arriba serán sustraídas de cualquier fondo que se le deba al contratista, y el mismo deberá explicar por escrito a nombre del fabricante la razón de esta diferencia, la cual se incorporará al archivo del Proveedor en **ENSA.**
El pago final no podrá ser efectuado hasta que las pruebas sean revisadas y aprobadas por **ENSA**.

12.2.4. Las pérdidas en los transformadores de distribución serán evaluadas en base a porcentajes máximos de pérdidas aceptables.

12.2.5. Los porcentajes máximos de pérdidas aceptables en los transformadores serán los indicados en la sección 5.6.

12.2.6. En el caso de que los valores de las pérdidas de los transformadores excedan de los porcentajes ofertados, sin exceder los porcentajes máximos, el contratista o cliente será penalizado por cada unidad que se exceda de los valores de pérdidas establecidos como sigue:

- Según el valor obtenido para "E" por kW de incremento adicional en pérdidas con carga (load losses).

- Según el valor obtenido para "F" por kW de incremento adicional en pérdidas sin carga (no-load losses).

Las multas indicadas arriba deberán ser canceladas a **ENSA**, antes de la aceptación final de los transformadores.

13. TABLAS DE DATOS TECNICOS

El proponente deberá entregar con su oferta, la Tabla No.1 y No. 2, llena con todos los datos que se solicitan e indican.

Tabla No.1 - Datos Técnicos del Transformador			
No.	**Características Exigidas por ENSA**	**Características Garantizadas por el Fabricante**	**Datos Indicados por el Fabricante**
1	**Requisitos Generales**		
1.1	Nombre del fabricante del transformador	Indicar	
1.2	País de origen del transformador	Indicar	
1.3	Marca del transformador	Indicar	
2	**Características Físicas**		
2.1	Altura total del transformador	Indicar	
2.2	Diametro de la cuba	Indicar	
2.3	Peso total en kg.	Indicar	
2.4	Peso del aceite en kg.	Indicar	
3	**Características Eléctricas**		
3.1	Capacidad en kVA	Indicar	
3.2	Voltaje bobina de alto voltaje	Indicar	
3.3	Voltaje bobina de bajo voltaje	Indicar	
3.4	Frecuencia en Hertz	Indicar	
3.5	Clase	Indicar	
3.6	Elevación de temperatura en °C	Indicar	
3.7	Tipo	Indicar	
3.8	Derivaciones (taps) - %	Indicar	
3.9	**Nivel Básico de Impulso (BIL):** a) Alto voltaje - kV b) Bajo voltaje - kV	Indicar	
3.10	Voltaje (clase) del pasamuro de alto voltaje	Indicar	
3.11	Distancia de fuga - terminal de alto voltaje	Indicar	
3.12	Corriente a plena carga en ampere	Indicar	
3.13	Corriente de excitación a voltaje nominal en ampere.	Indicar	
3.14	Impedancia en porcentaje (%) Resistencia en porcentaje (%) Reactancia en porcentaje (%)	Indicar	
3.17	**Porcentaje de Regulación:** a) factor de potencia de 1.0 b) factor de potencia de 0.8 (-)	Indicar	

4	**Pérdidas en watts:**		
4.1	a) pérdidas sin carga (no-load losses)	Indicar	
4.2	b) pérdidas con carga al 100%(load losses)	Indicar	
4.3	a) a 50% de carga	Indicar	
4.4	b) a 75% de carga	Indicar	
5	**Eficiencia**		
5.1	**a) a factor de potencia de 1.0:** a.1- a 100% de carga a.2- a 75% de carga a.3- a 50% de carga	Indicar	
5.2	**b) a factor de potencia de 0.8 (-):** b.1- a 100% de carga b.2- a 75% de carga b.3- a 50% de carga	Indicar	
6	**Garantía**		
6.1	Garantía	Indicar	

Tabla No.2 - Datos Técnicos del Líquido Aislante			
No.	**Características Exigidas por ENSA**	**Características Garantizadas por el Fabricante**	**Datos Indicados por el Fabricante**
1	**Requisitos Generales**		
1.1	Tipo de Líquido Aislante o Dieléctrico	Indicar	
1.2	Nombre Comercial del Líquido Aislante o Dieléctrico	Indicar	
1.3	Nombre del Fabricante del Líquido Aislante o Dieléctrico	Indicar	
1.4	Año de Producción del Líquido Aislante o Dieléctrico	Indicar	
1.5	País de Fabricación o Producción del Líquido Aislante o Dieléctrico	Indicar	
1.6	País de Origen del Líquido Aislante o Dieléctrico	Indicar	
1.7	Hoja de Datos de las características fisicoquímicas de los aditivos que contenga el líquido aislante dieléctrico	Indicar	
1.8	Concentración de los elementos y compuestos del Líquido Aislante o Dieléctrico y sus aditivos	Indicar	
1.9	Institución que ha realizado las pruebas y los análisis fisicoquímicos del Líquido Aislante	Indicar	
1.10	Listado del Volumen del Líquido Aislante en litros, para los diferentes tamaños y voltajes de los transformadores	Indicar	
1.11	Listado del Peso del Líquido Aislante en kilogramos, para los diferentes tamaños y voltajes de los transformadores	Indicar	
1.12	Temperatura de Ebullición del Líquido Aislante o Dieléctrico en grados Centígrados	Indicar	
1.13	Temperatura de Congelación del Líquido Aislante o Dieléctrico en grados Centígrados	Indicar	
2	**Entregables**		
2.1	Hoja de Datos de las características fisicoquímicas del líquido aislante dieléctrico	SI( ) NO( )	
2.2	La hoja de datos del punto 2.1 deberá contener como mínimo la siguiente información: - Reacción - Neutralización (mg. KOH por gr. de aceite) (ASTM D-974) - Cloruros o sulfatos inorgánicos (ASTM D-878) - Sulfuros corrosivos libres o combinados (ASTM D-1275) - Punto de ignición (ASTM D-92) - Punto de combustión		

2.2	(ASTM D-92) - Desmulsificación (ASTM D-1935) - Punto de flujo (Pour) (ASTM D-97) - Viscosidad 100 ºC 40 ºC 0 ºC (ASTM D-445) - Contenido de humedad (ASTM D-1533) - Gravedad específica a 15.5 ºC (ASTM D-1298) - Tensión interfacial (ASTM D-971) - Factor de potencia 60 Hz 25 ºC (ASTM D-924) - Factor de potencia 60 Hz 100 ºC (ASTM D-924) - Rigidez dieléctrica (ASTM D-877) - Rigidez dieléctrica separación 0.04 pulgadas (ASTM D-1816) - Constante dieléctrica - Número de precipitación - Calor especifico - Coeficiente de expansión a 0 ºC 100 ºC - Peso por litro - Color (ASTM D-1500) - Vida de oxidación (ASTM D-1500) - Punto de anilina (ASTM D-611) - Impulso, aguja negativa (ASTM D-3300) - Listado de aditivos que contiene		

14. CONTROL DE CAMBIOS

CONTROL DE CAMBIOS		
Fecha	Versión de Norma	Cambios Realizados
29/9/2020	5.1	Se actualizan las perdidas y pesos en los transformadores.
06/11/2020	5.2	Se cambia el formato de la especificación.
06/11/2020	5.2	Se elimina el listado de marcas homologadas de la especificación.
26/05/2023	5.3	Se actualizan las condiciones ambientales en las cuales operara el transformador. Se incluye el estándar IEEE Std 1656. Se establece parámetros definidos de eficiencia para los transformadores de 25 y 75 kVA en sistemas de voltaje 13.2 kV o inferiores. Se incluye que los pasamuros de alto voltaje deben ser suministrados con cubierta protectora de fauna silvestre. Se agrega el punto 6.9.5. relacionados a criterios ambientales en la fabricación.
30/05/2024	5.4	Se establece parámetros definidos de eficiencia para el transformador de 100 kVA en sistemas de voltaje 13.2 kV o inferiores.