

26 de Junio de 2020

ESPECIFICACIÓN
TÉCNICA

TRANSFORMADORES TIPO
PAD-MOUNTED
TRIFÁSICOS ENTRADA-
SALIDA

CELSIA

Especificación / Hoja de datos

TRANSFORMADORES TIPO PAD - MOUNTED TRIFÁSICOS ENTRADA-SALIDA SP010206

Modificaciones respecto a la edición anterior	
<ul style="list-style-type: none"> Se incluyen requisitos generales en donde se agregan datos como normas, condiciones de servicio y requerimientos de calidad. Se eliminan características dimensionales de los transformadores. Se incluye en características constructivas el ítem de pintura. Se modifica el ítem de protecciones. Se elimina de la EETT todos los datos referidos al nivel de tensión 24,9kV. Se modifica el ítem de ensayos Se adiciona el ítem de Inspección Técnica. Se incluye el ítem de penalización por pérdidas. 	

Siglas de los responsables y fechas de las tres ediciones anteriores							
Ed	Obj. Ed	Elaborado	Fecha	Revisado	Fecha	Aprobado	Fecha

Modificaciones respecto a la edición anterior
Información y comentarios:

Revisado por: SPARK ENERGY S.A.S.	Revisado por: AMR	Aprobado por: FJG
Fecha: 26/06/20	Fecha: 26/06/20	Fecha: 26/06/20

MEMORIA

ÍNDICE

1. OBJETO
2. ALCANCE
3. REQUISITOS GENERALES
 - 3.1. NORMAS
 - 3.2. CONDICIONES DE SERVICIO
 - 3.3. REQUERIMIENTOS DE CALIDAD
4. CARACTERÍSTICAS
 - 4.1. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS
 - 4.1.1 Conmutador de tensión
 - 4.1.2 Pintura del transformador
 - 4.2. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS
 - 4.2.1 Valores nominales
 - 4.2.2 Bornas
 - 4.2.3 Perdidas
 - 4.2.4 Aceite aislante
 - 4.2.5 Protecciones incluidas
 - 4.2.6 Elementos de maniobra
5. ENSAYOS
 - 5.1. ENSAYOS A COMPONENTES DEL TRANSFORMADOR
 - 5.2. ENSAYOS AMBIENTALES A LOS MATERIALES
 - 5.3. ENSAYOS DE PROTOTIPO
 - 5.4. ENSAYOS DE RUTINA
 - 5.5. ENSAYOS OPCIONALES
 - 5.6. ENSAYOS DE CAMPO
6. DESIGNACIÓN
7. MARCAS
8. INSPECCIÓN TÉCNICA
 - 8.1. INSPECCIONES DURANTE LA FABRICACIÓN
 - 8.2. INSPECCIONES DURANTE LOS ENSAYOS DE RECEPCIÓN FINALES
 - 8.3. CRITERIO Y TOLERANCIA PARA LA ACEPTACIÓN Y RECHAZO
 - 8.3.1 Criterio para la aceptación
 - 8.3.2 Criterio y tolerancia para la aceptación
 - 8.3.3 Criterio de rechazo
9. COMPARACIÓN DE LA OFERTA
10. ALCANCE DE LA OFERTA
11. ALCANCE DEL SUMINISTRO
 - 11.1 MATERIAL
 - 11.2 DOCUMENTACION
 - 11.3 ENSAYOS
 - 11.4 TRANSPORTE

Pág. 3

11.5 ASISTENCIA TECNICA

12. PENALIZACIÓN POR PÉRDIDAS

12.1 PENALIZACIÓN POR LOTE

12.2 PENALIZACIÓN INDIVIDUAL

ANEXOS:

Anexo 1: Normas de referencia

Anexo 2: Fichas técnicas

Anexo 3: Formula de comparación de ofertas

Anexo 4: Croquis

Anexo 5: Planos

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Alcance

Tabla 2. Condiciones Ambientales

Tabla 3. Características Eléctricas del Sistema

Tabla 4. Rangos Cambio de Tensión Conmutador

Tabla 5. Características Eléctricas

Tabla 6. Tensión de Corto Circuito

Tabla 7. Características Eléctricas Bornas

Tabla 8. Perdidas Máximas en Transformadores

Tabla 9. Niveles de Ruido Audible

Tabla 10. Características Interruptor

Tabla 11. Normas de Referencia

Tabla 12. Comparación de Ofertas

Tabla 13. Comparación de Ofertas

1. OBJETO

Esta especificación tiene por objeto definir las características eléctricas y mecánicas, así como las condiciones de realización, suministro y recepción que deben satisfacer los transformadores tipo pad-mounted trifásico entrada-salida para la utilización en líneas eléctricas subterráneas de 13,2 y 34,5 kV de **CELSIA**.

En adelante a este tipo de transformadores se les denominará como transformadores y designará como TPTES, “transformadores tipo pad-mounted trifásicos entrada-salida”.

2. ALCANCE

La presente especificación tiene por alcance los siguientes transformadores:

Tabla 1

Alcance		
Código	Denominación	Descripción
553686	TPTES-150-13,2-0,21	Transformador tipo pad-mounted trifásico entrada-salida de 150 kVA 13,2/0,208 kV
553687	TPTES-300-13,2-0,21	Transformador tipo pad-mounted trifásico entrada-salida de 300 kVA 13,2/0,208 kV
553688	TPTES-500-13,2-0,21	Transformador tipo pad-mounted trifásico entrada-salida de 500 kVA 13,2/0,208 kV
553689	TPTES-750-13,2-0,21	Transformador tipo pad-mounted trifásico entrada-salida de 750 kVA 13,2/0,208 kV
553694	TPTES-150-34,5-0,21	Transformador tipo pad-mounted trifásico entrada-salida de 150 kVA 34,5/0,208 kV
553695	TPTES-300-34,5-0,21	Transformador tipo pad-mounted trifásico entrada-salida de 300 kVA 34,5/0,208 kV
553696	TPTES-500-34,5-0,21	Transformador tipo pad-mounted trifásico entrada-salida de 500 kVA 34,5/0,208 kV
553697	TPTES-750-34,5-0,21	Transformador tipo pad-mounted trifásico entrada-salida de 750 kVA 34,5/0,208 kV

3. REQUISITOS GENERALES

3.1 NORMAS

Los transformadores objeto de esta especificación, se ajustarán a las normas cuya lista se adjunta en el Anexo 1 de este documento.

El fabricante deberá indicar en su oferta aquellas normas de las que exista posterior edición a la señalada en esta especificación, considerándose válida y aplicable al contrato, en caso de pedido, la edición vigente en la fecha de este.

3.2 CONDICIONES DE SERVICIO

Los transformadores de que trata esta Especificación serán instalados en el sistema de distribución de **CELSIA** bajo las siguientes condiciones:

Tabla 2

Condiciones Ambientales	
Altura sobre el nivel del mar	0 – 3 000 msnm
Ambiente tropical	Contaminación Normal
Humedad relativa Máxima / Promedio (%)	96 / 90
Temperaturas: Mín. / Prom. / Máxima (°C) de 0 – 1 000 msnm	15 / 26 / 40
Temperaturas: Mín. / Prom. / Máxima (°C) de 1 000 – 2 000 msnm	10 / 20 / 35
Temperaturas: Mín. / Prom. / Máxima (°C) de 2 000 – 3 000 msnm	5 / 15 / 30
Velocidad máxima de viento km/h	100
Velocidad máxima promedio de viento km/h	60

Tabla 3

Características Eléctricas del Sistema	
Sistema Primario de Distribución	
Tensiones nominales de línea (V)	13 200 - 34 500
Número de fases	2 - 3
Conexión en la Subestación Eléctrica	Y aterrizada
Frecuencia (Hz)	60
Sistema Secundario de Distribución	
Tensiones Nominales del sistema (V)	240/120 - 208/120
Tipo	Monofásico trifilar, Trifásico tetrafilar

3.3 REQUERIMIENTOS DE CALIDAD

El proveedor deberá demostrar que tiene implementado y funcionando en su fábrica un sistema de Gestión de la Calidad con programas y procedimientos documentados en manuales de operación y producción, cumpliendo las siguientes Normas:

NTC ISO 9001: Sistemas de Gestión de calidad - Modelo de garantía de calidad en diseño, producción, instalación y servicio.

NTC ISO 14001: Sistemas de gestión ambiental - Modelo de mejoramiento continuo y prevención de la contaminación, cumplimiento de la reglamentación ambiental (Opcional).

Certificado de conformidad del reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE).

CELSIA se reserva el derecho de verificar los procedimientos y la documentación relativa a la fabricación, y el fabricante se obliga a poner a su disposición estos antecedentes.

4. CARACTERISTICAS

4.1 CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS

El diseño del transformador tipo pad-mounted trifásico entrada salida consistirá en un tanque con compartimentos para media y baja tensión separados por una barrera de metal u otro material rígido, como se muestra en la norma ANSI C57.12.26.

La cabina de seguridad estará de acuerdo con los procesos y requerimientos descritos en la norma ANSI C57.12.28.

Los compartimentos de media y baja tensión deben estar localizados uno al lado del otro, en un lado del tanque del transformador. Visto desde el frente, el compartimento de baja tensión debe estar a la derecha.

Cada compartimento debe tener una puerta que se construya de modo que se dé acceso al compartimento de media tensión sólo cuando esté abierta la puerta del lado de baja tensión.

Los compartimentos únicamente serán accesibles mediante la apertura de su puerta correspondiente.

El transformador contará con un indicador de nivel del aceite y termómetro localizados en el compartimento de media tensión. Así mismo, contará con dos válvulas, una de entrada para el relleno del aceite, y otra de salida, para el vaciado, situadas también en el compartimento de media tensión.

Además, incluirá una válvula de sobrepresión situada en el citado compartimento de media tensión.

La disposición de las bornas de media y baja tensión se ajustará a lo indicado en los planos adjuntos a esta especificación.

Con el objeto de prever la posible fijación de un cuadro de baja tensión en el compartimento correspondiente, se dispondrán cuatro tornillos, los cuales estarán dispuestos según las distancias indicadas en los planos adjuntos en el anexo 5.

La construcción de la unidad será tal que pueda ser izado, movido y/o deslizado, a su soporte sin que sean dañadas las partes tanto de alta como de baja tensión.

El transformador dispondrá de elementos para su elevación que estén permanentemente instalados en la unidad, de modo que esté nivelado cuando sea elevado mediante medios mecánicos. Estos elementos no dañarán a ninguna parte de la máquina y permitirán las elevaciones sin que se produzca una fatiga en el material.

Opcionalmente, el CT dispondrá de ruedas que permitan su desplazamiento en la dirección perpendicular al frente del mismo. Las ruedas serán sin pestaña, de fundición de acero.

Para la instalación de las ruedas se empleará un soporte, constituido por un perfil en L, fijado al CT mediante cuatro espárragos de métrica 16 y 35 mm de longitud, tal y como se indica en los planos adjuntos.

En el montaje del CT con ruedas, ha de garantizarse una distancia desde la parte inferior del CT a la parte inferior de las ruedas de 100 ± 10 mm.

La pintura del transformador deberá ser durable y resistente a la corrosión. El acabado deberá ser adecuado para resistir la prueba de rociado según la norma ASTM B117.

El esquema eléctrico del transformador estará de acuerdo al croquis adjunto en el anexo 4 del presente documento. El transformador tendrá instalados todos los elementos y en la posición que se señala en dicho croquis.

El CT dispondrá de una señal de peligro, que estará situada en la parte frontal. Asimismo, la bandeja portadocumentos irá dotada de:

- Manual de instrucciones y mantenimiento del CT
- Protocolo del Transformador
- Documentación técnica

4.1.1 Conmutador de tensión

El cambio de voltaje se realizará por medio de un conmutador manual de cinco posiciones localizado en el compartimento de M.T.

El conmutador estará diseñado para prevenir las maniobras falsas requiriendo un paso preliminar antes del cambio de voltaje.

Los voltajes correspondientes al número de posición del interruptor deben estar claramente identificados cerca del mismo.

Cerca del mecanismo se situará una placa de precaución advirtiendo de la necesidad de desconectar el transformador antes de la maniobra.

Los rangos de cambio de tensión del conmutador estarán de acuerdo a lo indicado en el apartado 3.3 de la norma ANSI C57.12.26, los cuales se indican en la siguiente tabla:

Tabla 4

Rangos Cambio de Tensión Conmutador	
TENSIÓN (V)	150-300-500-750 kVA
13 200	13 860/13 530/13 200/12 870/12 540
34 500	36 225/35 363/ 34 500/ 33 638/32 775

4.1.2 Pintura del transformador

La pintura exterior del transformador deberá ser durable y resistente a la corrosión, sin deteriorarse.

El acabado exterior del tanque será mediante pintado, de acuerdo con la norma ANSI C57.12.20, apartado 6.5.3., y sometido a los siguientes ensayos (realizados según indica en la norma ASTM B 117-49 T):

- Salt spray test
- Crosshatch adhesion test
- Humidity test
- Impact test
- Oil resistance test

- Ultraviolet accelerated weathering test
- Abrasión resistance-Taber abraser

En el interior del tanque existirá una marca que indique el nivel nominal del aceite a 25 °C, de acuerdo con la norma ANSI C57.12.20.

Antes de la aplicación de la pintura en cualquier superficie del tanque (tanto interior como exterior), se aplicará inicialmente un método abrasivo para asegurar la fijación de la pintura siguiendo las siguientes etapas:

- Desengrasado.
- Granallado o arenado para todas las superficies, interiores y exteriores, con un perfil de rugosidad no superior a 75 µm.
- Aplicación de anticorrosivo.
- Aplicación de pintura de acabado para ambiente de contaminación salina tipo IV

Si los tipos de pintura anticorrosiva y de acabado son a base de resinas TGIC o polvo electrostático el espesor mínimo de pintura deberá ser de 120 µm (micras) y si es a base de resinas epóxicas o poliuretano alifático, el espesor mínimo de pintura seca deberá ser de 150µm, medido por el método magnético. Para la aplicación de la pintura se puede utilizar cualquier método siempre y cuando se conserve el hecho de que la base anticorrosiva sea epóxica y según la norma IEC 60815.

En las superficies interiores del tanque será aplicada sólo una capa de pintura epoxi-poliamina de 30 µm, de color blanco, compatible con el aceite en todo su rango de temperaturas (como mínimo 105°C). Internamente se marcará el nivel del líquido refrigerante.

El color de la superficie exterior del tanque deberá ser Gris claro Ral 7038.

Los oferentes en su oferta podrán proponer métodos y/o compuestos de pintura diferentes a los aquí indicados pero adecuados para ambiente tipo IV y en este caso deberán entregar los certificados de cumplimiento con las pruebas definidas al inicio de esta sección.

La adherencia de las capas de pintura externa será 400 PSI pruebas de acuerdo a ASTM D 4541.

4.2 CARACTERISTICAS ELECTRICAS

4.2.1 Valores nominales

Las características eléctricas mínimas cumplirán con lo establecido en la norma ANSI C57.12.26, y serán como mínimo las establecidas en la siguiente tabla:

Tabla 5

Características Eléctricas		
VALORES NOMINALES	13,2 kV	34,5 kV

Tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) primaria (kV)	95	150
Frecuencia (Hz)	60	
Potencias asignadas (kVA)	150,300,500 y 750	

La conexión del transformador será del tipo Dyn (Delta-Estrella aterrizada).

Las tensiones de cortocircuito de acuerdo a las distintas potencias serán las indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 6

Tensión de Corto Circuito				
POTENCIA NOMINAL (kVA)	150	300	500	750
Tensión de cortocircuito V_{cc} (%)	4	5	5	5,75

4.2.2 Bornas

Los pasatapas de M.T. serán del tipo “Atornillables sin carga”, con una intensidad admisible da 600 A según la norma IEEE 386, y estarán en la carcasa de transformador. Estos estarán incluidos en el suministro.

Las bornas de M.T. y B.T. deben cumplir como mínimo las características indicadas en la norma ANSI C 57.12.26, resumidas en la siguiente tabla:

Tabla 7

Características Eléctricas Bornas			
BORNAS	13,2 kV	34,5 kV	B.T.
Tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) primaria (kV)	95	150	30
Tensión soportada a frecuencia industrial en seco, 1 min (kV)	34	50	10

Las distancias libres de las bornas deberán ajustarse a lo establecido en la norma ANSI C57.12.26 y de acuerdo con los planos adjuntos en el anexo 5.

Las características dimensionales de los terminales de B.T. se ajustarán a lo establecido en los planos del anexo 5 del presente documento.

4.2.3 Pérdidas

Las pérdidas en el cobre del transformador a potencia nominal, en kW, corregidas a una temperatura de referencia de 85 °C deberán estar de acuerdo con lo establecido en la norma ANSI C57.12.00 y ANSI C57.12.90.

Las pérdidas en el transformador energizado sin carga, en kW, corregidas a una temperatura de referencia de 20 °C deberán estar de acuerdo con lo establecido en la norma ANSI C57.12.00 y ANSI C57.12.90.

En cualquier caso, las pérdidas no deben superar los valores especificados en la siguiente tabla:

Tabla 8

Pérdidas Máximas en Transformadores	
Pérdidas en carga	<1,25% de la potencia nominal del transformador
Pérdidas en vacío	< 0,2% de la potencia nominal del transformador

Ningún transformador puede tener pérdidas que excedan en un 6% en el total de las pérdidas o en 10% en las pérdidas sin carga con respecto a las pérdidas declaradas originalmente con la oferta. Si el lote contiene más de un transformador, el promedio total de pérdidas y de las pérdidas en el núcleo no pueden exceder los valores de pérdidas establecidos en la oferta para cada tipo de transformador.

Los transformadores no superarán los niveles de ruido que se indican en la siguiente tabla:

Tabla 9

Niveles de Ruido Audible	
Potencia (kV)	Nivel de ruido (dBA)
150	53
300	55
500	58
750	61

4.2.4 Aceite aislante

El aceite aislante o dieléctrico deberá ser nuevo, de un aceite mineral no usado y que reúna los requerimientos de la norma ASTM D3487.

El aceite no deberá contener Policloruros de Bifenilos (PCB) ni alguno de sus derivados (como el Pyranol, Inerteen, Chlorextol, Noflamol, Saf-T-Kuhl), ni Polihalogenados u otros compuestos tóxicos, así como no tener efectos negativos ni tóxicos sobre el medio ambiente, ni sobre la salud de los seres humanos o ser perjudicial para los seres vivos.

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

En caso de instalarse el transformador en instalaciones que no sean de intemperie, el aceite aislante deberá tener una resistencia a la flamabilidad superior a los 300 °C.

El fabricante indicará en su oferta el tipo y características del fluido aislante utilizado, y facilitará toda la información necesaria que justifique el cumplimiento de las normas.

4.2.5 Protecciones incluidas

La protección del transformador contra cortocircuitos internos se realizará mediante fusible bayoneta tipo sensor dual en el lado primario del transformador.

En el lado de baja tensión se instalará un interruptor termo magnético de caja moldeada de disparo tripolar.

La coordinación entre el interruptor y el fusible asegurará una actuación más rápida del interruptor en caso de sobrecargas del transformador y/o cortocircuito en la red de B.T., quedando la actuación de los fusibles restringida al caso de una avería interna del transformador.

4.2.6 Elementos de maniobra

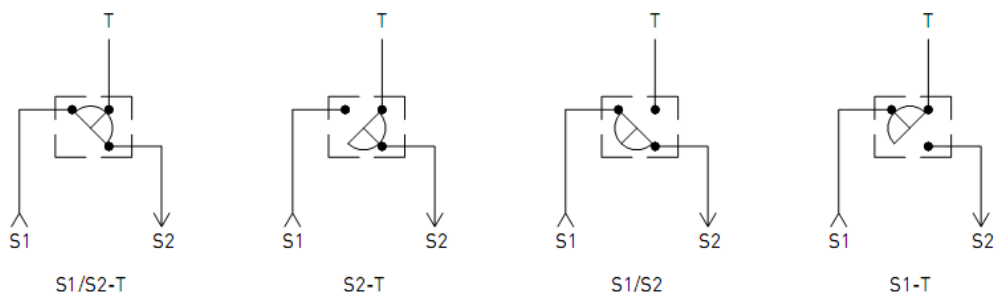
La maniobra de la línea se realizará mediante un interruptor de cuatro posiciones tipo T-Blade, sin corte en la línea durante la operación y motorizable para su telecontrol. Este se encontrará instalado en el interior de la cuba.

Las características de este interruptor se describen en la siguiente tabla:

Tabla 10

Características Interruptor			
COMPONENTE	CLASE (kV)	CORRIENTE NOMINAL (A)	I _{RMS} SIMÉTRICA (kA) (*)
Interruptor tipo T-Blade	15	600	12,5
	35	400	10

- El tiempo de despeje es de 1 s.



Este interruptor permitirá alimentar el transformador con la línea cerrada (S1/S2-T), alimentar el transformador por cada uno de los dos lados cuando la línea esté abierta (S1-T y S2-T), y tener la línea cerrada y desconectado el transformador (S1/S2).

5. ENSAYOS

Los transformadores deberán satisfacer los ensayos de calificación y recepción que se establecen a continuación a excepción de los indicados en el apartado 6.2 de la norma ANSI C57.12.26, que responderán a lo especificado en dicho apartado.

Todos los ensayos para recepción y de comprobación de las características técnicas garantizadas por el fabricante deberán realizarse de acuerdo con la norma ANSI-IEEE C 57.12.90 y serán efectuados en presencia de representantes de la empresa **CELSIA**; así mismo se realizarán en las instalaciones del proveedor quien debe asumir su costo y proporcionar el material, equipos y personal necesario para tal fin. Si los resultados de los ensayos o los equipos de prueba no son confiables, estas igualmente podrán ser realizadas o repetidas, a costa del proveedor, en laboratorios oficiales o particulares reconocidos por **CELSIA**.

De acuerdo con las normas se deben efectuar los siguientes ensayos a los transformadores, las cuales deberán estar contempladas dentro del alcance del suministro e incluidas en el precio del equipo.

- a. Ensayos a componentes del transformador.
- b. Ensayos ambientales a los materiales.
- c. Ensayos de prototipo.
- d. Ensayos de rutina.
- e. Ensayos opcionales
- f. Ensayos de Campo

Si uno de los transformadores seleccionados para su ensayo no satisface los requisitos estipulados en dichos ensayos, esto será motivo suficiente para rechazar el lote respectivo completo. El inspector anotará en el formulario correspondiente los datos completos de la identificación de los lotes rechazados, y un inventario de los transformadores aceptados.

Para todos los transformadores se requiere que al inicio de la fabricación el proveedor proporcione a **CELSIA** un listado con la programación de todas las verificaciones que el fabricante realiza en cada etapa de manufactura, incluyendo en esta lista las pruebas finales. Esta lista debe ser revisada y aprobada entre el proveedor y **CELSIA**.

5.1 ENSAYOS A COMPONENTES DEL TRANSFORMADOR

El fabricante del transformador es responsable de llevar a cabo la evaluación y seguimiento del sistema de calidad de sus proveedores, así mismo es responsable de la calidad y de las consecuencias derivadas de los defectos que pudieran presentarse en cualquiera de los componentes suministrados por terceros.

CELSIA exige para todos los componentes, la evidencia de que se hayan realizado los ensayos prototipo, así como las pruebas necesarias que garanticen la calidad y fiabilidad de estos.

El reporte de los ensayos de rutina de cada parte debe anexarse al reporte de ensayos del transformador, debe tener claramente referenciado el número de parte del fabricante del transformador y el número de serie designado por el subproveedor.

5.2 ENSAYOS AMBIENTALES A LOS MATERIALES

El fabricante del transformador es responsable de efectuar los ensayos necesarios a todos los materiales expuestos al medio ambiente como pueden ser el aceite, la pintura y acabados y contar con evidencia de los resultados de estos ensayos.

5.3 ENSAYOS DE PROTOTIPO

Al menos se deben presentar los siguientes ensayos.

- a. Tensión de impulso por descarga atmosférica (rayo).
- b. Elevación de temperatura en los devanados.
- c. Ensayo de corto circuito, se acepta el criterio de similitud IEC.
- d. Nivel de ruido audible.

5.4 ENSAYOS DE RUTINA

Todos los ensayos que se enlistan a continuación son de rutina y se deben efectuar al transformador totalmente terminado.

- a. Características físicas del transformador totalmente ensamblado.
- b. Resistencia del aislamiento de los devanados.
- c. Rigidez dieléctrica del líquido aislante.
- d. Relación de transformación entre todos los devanados y todas las posiciones.
- e. Resistencia óhmica en cada uno de los devanados.
- f. Polaridad, secuencia de fases y desplazamiento angular.
- g. Pérdidas en vacío al 90, 100 y 110% de la tensión nominal.
- h. Corriente de excitación a 90, 100 y 110% de la tensión nominal.
- i. Impedancia a corriente nominal y referida al último paso del enfriamiento. El valor de impedancia requerido es en posición mínima, nominal y máxima.

5.5 ENSAYOS OPCIONALES

Se requieren efectuar en fábrica los siguientes ensayos, los cuales están clasificados como opcionales. Se deben efectuar en uno de los transformadores de la misma capacidad y características.

- a. Pérdidas, corriente de excitación e impedancia a tensión, carga o frecuencia distinta a las nominales.
- b. Prueba hidrostática.
- c. Presión negativa (vacío).
- d. Verificación de la operación correcta del relevador Buchholz (cuando aplique).
- e. Verificación de la operación correcta de la válvula de sobrepresión.
- f. Prueba de elevación de temperatura promedio de los devanados a capacidades distintas de las nominales.
- g. Medición de la impedancia en función de la frecuencia.

5.6 ENSAYOS DE CAMPO

Son los ensayos que se deben realizar al recibir el transformador en campo específicamente:

- a. Resistencia de aislamiento de los devanados.
- b. Relación de transformación.
- c. Factor de potencia de los aislamientos.
- d. Rigidez dieléctrica del líquido aislante.

6. DESIGNACIÓN

Los transformadores se designarán por medio de tres grupos de siglas (TPTES-XX-YY-ZZ). Estos grupos de siglas o cifras, dispuestos en el orden indicado a continuación, tendrán el significado siguiente:

- TPTES: Transformador tipo pad-mounted trifásico entrada-salida.
- XX: Potencia nominal.
- YY: Tensión nominal de servicio en el primario.
- ZZ: Tensión nominal de servicio en el secundario.

Ejemplo:

TPTES-300-13,2-0,208

Se trata de un transformador trifásico pad-mounted entrada-salida, de 300 kVA de potencia nominal, 13.2 kV de tensión nominal en el primario y 0,208 kV de tensión nominal en el secundario.

7. MARCAS

La placa de características deberá estar localizada en el compartimento de baja tensión, y será legible con los cables instalados en su lugar.

Cuando la placa esté situada en una parte desmontable, el nombre del fabricante y el número de serie de la máquina, estarán fijados en una parte amovible.

Sobre el tanque se instalará una placa de características de acero inoxidable o aluminio anodizado, donde se dispondrá de forma legible e indeleble, toda la información indicada en el apartado 5.12.2 de la norma ANSI C57.12.00. Así mismo, también se incluirá en la placa, la tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) en M.T.

La placa de características incluye la siguiente información:

- Nombre o razón social del fabricante.
- Número de licencia de fabricación.
- Número de serie del fabricante (*).
- La palabra "Transformador".
- Año de fabricación.
- Número de fases.
- Potencia Nominal (*).
- Frecuencia nominal
- Tensiones nominales, número de derivaciones y tensión en cada una (*).
- Corrientes nominales.
- Símbolo del grupo de conexión.
- Tensión de corto circuito a la corriente nominal.
- Impedancia de cortocircuito (valor medido referido a 85°C)
- Tensiones de serie de cada devanado.
- Nivel básico de aislamiento de cada devanado (BIL o NBA).
- Ubicación y marcación de terminales en el tanque.
- Corriente de corto circuito simétrica.
- Duración del corto circuito simétrico máximo permisible.
- Método de refrigeración.
- Tipo de aislante líquido (preferentemente nombre genérico).
- Volumen de líquido refrigerante en l.
- Peso total aproximado en kg.
- Diagrama de conexiones.
- Diagrama fasor del transformador (trifásicos).
- Incremento de temperatura en °C.
- Material conductor de los bobinados.
- Tensiones de las pasatapas
- Polaridad de las fases
- "No PCB"
- Instrucciones de referencia de instalación y operación

(*) El tamaño de las letras de la potencia, el número de serie y el rango de tensiones en ningún caso será inferior a 4 mm (5/32").

La placa de características tipo B incluye toda la información de la placa de tipo A y el nivel de impulso tipo rayo de la máquina (BIL).

Además, se indicará la potencia del transformador mediante números pintados en color negro, de 76 mm (3") de alto por 51 mm (2") de ancho, centrados en el alto y de forma que queden visibles desde el exterior una vez montado.

El transformador estará identificado con el logotipo de la marca de la empresa registrada en cada país en una placa con letras 51 x 38 mm (2" x 1,5").

8. INSPECCIÓN TÉCNICA

8.1 INSPECCIONES DURANTE LA FABRICACIÓN

La empresa se reserva el derecho de realizar, a su costo, inspecciones de los materiales y de los trabajos realizados durante la construcción de los transformadores, para lo tanto el proveedor debe entregar el cronograma de fabricación, previo a la iniciación de la misma, facilitando luego los medios necesarios para efectuarlas.

8.2 INSPECCIONES DURANTE LOS ENSAYOS DE RECEPCIÓN FINALES

Para la recepción final de los transformadores se deberán realizar los ensayos de partida y remesa indicados.

Partida: Se entiende por partida a la cantidad total de transformadores de iguales características y potencia, que integran un ítem de una determinada orden de compra o contrato.

Remesa: Se entiende por remesa a toda entrega parcial de una partida, que se entrega en una fecha determinada.

Los ensayos serán realizados en el país de origen de fabricación, en presencia de un representante de **CELSIA**. Para tal fin, el proveedor informará a la empresa con 16 días corridos de anticipación, la fecha prevista para los ensayos.

Los costos de los ensayos de partida y remesa, incluidos aquellos gastos relativos a los representantes de **CELSIA**, estarán incluidos en el precio, pero deberán ser cotizados separadamente y en forma discriminada, para que la empresa destinataria pueda, según el caso, descontar el cargo obviando su concurrencia o realización.

Las unidades dispuestas para los ensayos de remesa deberán estar totalmente terminadas y listas para su despacho.

8.3 CRITERIOS DE ACEPTACION Y RECHAZO

8.3.1 Criterio para la aceptación

Se aceptan todos los transformadores que cumplan con esta Norma de Referencia, y que hayan pasado satisfactoriamente todas las pruebas indicadas, así como cualquier otra prueba que expresamente se haya convenido o contratado por **CELSIA** con el proveedor y cuando los valores de garantía que se determinen en las pruebas estén dentro de lo establecido en esta Norma de Referencia.

8.3.2 Criterio y tolerancia para la aceptación

El transformador que cumpla con la presente Norma de Referencia, que pase satisfactoriamente todos los ensayos indicados en esta Norma de Referencia y cualquier otro ensayo que expresamente se haya convenido o contratado por **CELSIA**, pero que hayan excedido alguno de los valores de garantía y estén dentro de las tolerancias que se indican en la Especificación.

8.3.3 Criterio de rechazo

El no cumplimiento con cualquiera de los valores de garantía, requeridos en las bases de licitación, así como el obtener valores mayores a la tolerancia indicada para aceptar, conforme a la especificación, el valor de pérdidas ofertado es motivo de rechazo.

El exceso de pérdidas en vacío del valor garantizado y el exceso del límite de corriente de excitación simultáneo implica el rechazo automático del transformador.

9. COMPARACIÓN DE LA OFERTA

La comparación de ofertas de los transformadores objeto de esta especificación se hará de acuerdo con el anexo 3.

10. ALCANCE DE LA OFERTA

El ofertante adjuntará toda la documentación que considere oportuna para una definición lo más exacta posible de los equipos a suministrar, incluyendo como mínimo la que se indica a continuación:

- Ficha técnica de la oferta, adjunta en el anexo 2 de este documento, completamente diligenciada con las características garantizadas por el fabricante.
- Catálogo comercial de los transformadores ofertados, que muestren en detalle las características de todos y cada uno de los elementos integrantes del transformador.
- Lista de precios para “partes de repuestos para transformadores de distribución tipo Pad Mounted Trifásicos”, el cual debe incluir la descripción de las piezas, número de catálogo y precio unitario.
- Planos descriptivos de los transformadores.
- Lista de excepciones a la presente especificación.
- Fotocopia de certificado de aseguramiento a la calidad ISO 9001.
- Fotocopia de certificado de la Superintendencia de Industria y Comercio para la Acreditación del laboratorio para realizar ensayos, conforme a la norma NTC - ISO/IEC 17025:2005.
- Fotocopia del certificado de conformidad de producto con el RETIE vigente.

11. ALCANCE DEL SUMINISTRO

11.1 MATERIAL

El material consta de los transformadores pad mounted E-S con los accesorios necesarios que permitan la instalación segura de los cables de media y baja tensión, según la presente especificación, incluido su transporte con cargue y descargue hasta los almacenes de **CELSIA** en las condiciones establecidas en el apartado 13 del presente documento.

11.2 DOCUMENTACIÓN

Dentro del alcance del suministro queda incluida la documentación técnica correspondiente al material a suministrar.

El oferente, dentro de su propuesta, deberá entregar la siguiente información específica:

- Cronograma estimado para la fabricación, inspección y entrega de transformadores de distribución tipo convencional.
- Manual de garantía de Calidad.
- Originales de los protocolos de pruebas
- Registro de trazabilidad incluyendo:
 - Referencia del pedido de **CELSIA**.
 - Descripción básica del producto suministrado.
 - Número del lote de producción.
 - Número de unidades del lote que incluye el pedido.
 - Punto (s) de entrega de los transformadores tipo Padmounted.
- Copia e informe de los ensayos realizados a los transformadores Padmounted.

11.3 ENSAYOS

Dentro del alcance del suministro quedan incluidos los ensayos prototipo, rutina y calidad establecidos en el apartado 5 de este documento.

El fabricante deberá suministrar Certificado de ensayos y pruebas de laboratorio rutinarias y de muestreo de los transformadores de distribución, además serán provistos de un reporte certificado de las pérdidas.

11.4 TRANSPORTE

Con el objeto de evitar ser rechazados los transformadores por daños en el transporte se recomienda transportar los mismos de forma adecuada, de modo que no sufran ningún daño durante el manejo.

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

El embalaje deberá ser reforzado convenientemente para su transporte terrestre y/o marítimo, y para resistir su almacenamiento a la intemperie en una zona tropical con alta temperatura, alta humedad y frecuentes lluvias.

Los transformadores deben ser transportados cumpliendo con las disposiciones legales existentes, en el país de destino, en 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 o escape del aceite aislante. En caso contrario, el proveedor será responsable de cualquier operación de remoción, recuperación, limpieza, descontaminación, embalaje, transporte y disposición final del líquido, materiales y equipo utilizado, y costeará los gastos en que se incurra.

11.5 ASISTENCIA TÉCNICA

La asistencia técnica y la formación serán por cuenta del proveedor.

12. PENALIZACIÓN POR PÉRDIDAS

12.1 PENALIZACIÓN POR LOTE

EN EL NÚCLEO

$$Cf. = 2A * (P_{or} - P_{od}) N$$

Donde:

Cf: Valor por penalización de pérdidas en vacío (en \$Col)
P_{or}: Pérdidas reales en el hierro o vacío, en kW
P_{od}: Pérdidas declaradas en el hierro o vacío, en kW
N: Número de transformadores del lote
A: Coeficiente de las pérdidas en vacío en \$Col./kW

EN LOS DEVANADOS

$$Cd = 2B * (P_{cr} - P_{cd}) N$$

Donde:

Cd: Valor por penalización de pérdidas bajo carga (en \$Col)
P_{cr}: Pérdidas reales en los devanados, en kW
P_{cd}: Pérdidas declaradas en los devanados, en kW
N: Número de transformadores del lote
B: Coeficiente de las pérdidas en los devanados en \$Col./kW

Las anteriores fórmulas se aplicarán por lote, independientemente para las pérdidas en vacío y pérdidas en los devanados.

El tamaño de la muestra para obtener el promedio de las pérdidas reales en vacío ó en los devanados, se determinará estadísticamente, de acuerdo con lo establecido en la NTC 1057 con un nivel de inspección III y un nivel aceptable (NCA) 1.0. Si al realizar las pruebas, el número de transformadores que sobrepasen el valor de las pérdidas declaradas más las tolerancias, es mayor al máximo número de defectuosos permitidos para este nivel de inspección, el lote será rechazado.

La penalización sólo se aplicará cuando el promedio de las pérdidas reales en el hierro o en los devanados supere los valores declarados, es decir que el fabricante no tendrá derecho a indemnización alguna, si las pérdidas reales son menores que las declaradas.

12.2 PENALIZACIÓN INDIVIDUAL

(Se utilizará para lotes menores a 30 unidades)

EN EL NÚCLEO

$$Cf. = 2A * (P_{or} - P_{od})$$

Donde:

Cf: Valor por penalización de pérdidas en vacío (en \$Col)
Por: Pérdidas reales en el hierro o vacío, en kW
Pod: Pérdidas declaradas en el hierro o vacío, en kW
A: Coeficiente de las pérdidas en vacío en \$Col./kW

EN LOS DEVANADOS

$$Cd = 2B * (Pcr - Pcd)$$

Donde:

Cd: Valor por penalización de pérdidas bajo carga (en \$Col)
Pcr: Pérdidas reales en los devanados, en kW
Pcd: Pérdidas declaradas en los devanados, en kW
B: Coeficiente de las pérdidas en los devanados en \$Col./kW

Las anteriores fórmulas se aplicarán independientemente para cada uno de los transformadores y la penalización solo se aplicará a los transformadores cuyos valores de pérdidas reales en el hierro ó en los devanados supere los valores declarados, es decir que el fabricante no tendrá derecho a indemnización alguna si las pérdidas reales son menores que las declaradas.

ANEXO 1: NORMAS DE REFERENCIA

Tabla 11

Normas de Referencia		
NORMA	FECHA	TÍTULO
ANSI C57.12.00	2000	IEEE Standard General Requirements for Liquid Immersed Distribution, Power and Regulating Transformers.
ANSI C57.12.26	1992	Pad-Mounted Compartmental-Type SelfCooled Three-Phase Distribution Transformers For Use with Separable Insulated High Voltage Connectors, High Voltage, 34 500 Grd Y /19 920 Volts and Below; 2 500 kVA and Smaller.
ANSI C57.12.28	1988	Switchgear and Transformers - PadMounted Equipment – Enclosure Integrity
ANSI C57.12.90	2009	IEEE Standard Test Code for Liquid Immersed, Distribution, Power, and Regulating Transformers and IEEE Guide for Short-Circuit Testing of Distribution and Power Transformers
ANSI C37.71	2001	Standard for Three-Phase, Manually Operated Subsurface Load Interrupting Switches for Alternating-Current Systems
IEEE 386	1995	Standard for Separable Insulated Connector Systems for Power Distribution Systems Above 600 V
ASTM D3487	2000	Standard Specification for Mineral Insulating Oil Used in Electrical Apparatus
ASTM D117	2002	Standard Guide for Sampling, Test Methods, Specifications, and Guide for Electrical Insulating Oils of Petroleum Origin

El fabricante deberá indicar en su oferta aquellas normas de las que exista posterior edición a la señalada en esta especificación, considerándose válida y aplicable al contrato, en caso de pedido, la edición vigente en la fecha de este.

En todo lo que no esté expresamente indicado en estas especificaciones, rige lo establecido en las normas ANSI y ASTM correspondientes.

ANEXO 2: FICHAS TÉCNICAS

FICHA TÉCNICA DE LA OFERTA

Fabricante:
Código fabricante:
Material
Designación:
Código:

Transformador tipo pad-mounted trifásico entrada-salida de 150 kVA 13,2/0,208 kV	
553686	
Especificado	Ofertado
ANSI C57.12.26	

Norma

Características Dimensionales

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE MATERIALES

Transformadores Tipo Pedestal Trifásicos Entrada-Salida Versión 1

12/11/2020

Pág. 30

Altura total:
 Diámetro cuba:
 Fondo:
 Aceite:
 Peso:
 Pintura exterior
 Tipo:
 Espesor mínimo:
 Color exterior:
 Pintura interior
 Tipo:
 Espesor mínimo:
 Color interior:

Características Mecánicas

Presión soportada en el tanque sin distorsión permanente:
 Presión soportada en el tanque sin romperse:
 Presión máxima de abertura de válvula:

Características Eléctricas

Potencia:
 Tensión primaria asignada:
 Tensión secundaria asignada:
 Grupo de conexión:
 Tensión de cortocircuito:
 Tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) primaria:
 Tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) secundaria:
 Frecuencia:
 Eficiencia potencia y Un a FP: 0,8 y 0,9:
 Regulación secundaria al 75% y 100% Sn:
 Refrigeración:
 Elevación de temperatura en devanado:
 Elevación de temperatura en aceite:
 Bornas:
 Tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) primaria:
 Tensión soportada a frecuencia industrial en seco, 1 min:
 Aceite:
 Tipo:
 Voltaje de ruptura del dieléctrico:
 Protección:
 Escalones de regulación de tensión:
 Pérdidas
 En vacío:
 En el cobre:
 Totales:
 Nivel de ruido audible:
Certificaciones
 Certificación ISO 9001:
 Certificación 14001:
 Certificación conformidad RETIE:

	mm
	mm
	mm
	l
	kg

Según apartado 4.1.2	
Según apartado 4.1.2	µm
Gris claro	

Epoxi - poliamina	
30µm	µm
Blanco	

	kPa
	kPa
	kPa

150 kVA	kVA
13,2 kV	kV
0,208 kV	kV
Dyn	
≤ 4%	%
95 kV	kV
30 kV	kV
60 Hz	Hz

ONAN	
	°C
	°C

95 kV	kV
46 kV	kV

ASTM D3487 o IEC	
28 kV	
Según apartado 4.2.5	
0, ± 2,5%, ± 5%	

≤0,2%	%
≤1,25%	%
53 dBA	%

SI	
Opcional	
SI	

Observaciones a la especificación

FICHA TÉCNICA DE LA OFERTA

Fabricante:
 Código fabricante:
Material
 Designación:
 Código:

Norma

Características Dimensionales

Transformador tipo pad-mounted trifásico entrada-salida de 300 kVA 13,2/0,208 kV	
	553687
Especificado	Ofertado
ANSI C57.12.26	

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE MATERIALES

Transformadores Tipo Pedestal Trifásicos Entrada-Salida Versión 1

12/11/2020

Pág. 31

Altura total:
 Diámetro cuba:
 Fondo:
 Aceite:
 Peso:
 Pintura exterior
 Tipo:
 Espesor mínimo:
 Color exterior:
 Pintura interior
 Tipo:
 Espesor mínimo:
 Color interior:

Características Mecánicas

Presión soportada en el tanque sin distorsión permanente:
 Presión soportada en el tanque sin romperse:
 Presión máxima de abertura de válvula:

Características Eléctricas

Potencia:
 Tensión primaria asignada:
 Tensión secundaria asignada:
 Grupo de conexión:
 Tensión de cortocircuito:
 Tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) primaria:
 Tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) secundaria:
 Frecuencia:
 Eficiencia potencia y Un a FP: 0,8 y 0,9:
 Regulación secundario al 75% y 100% Sn:
 Refrigeración:
 Elevación de temperatura en devanado:
 Elevación de temperatura en aceite:
 Bornas:
 Tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) primaria:
 Tensión soportada a frecuencia industrial en seco, 1 min:
 Aceite:
 Tipo:
 Voltaje de ruptura del dieléctrico:
 Protección:
 Escalones de regulación de tensión:
 Pérdidas
 En vacío:
 En el cobre:
 Totales:
 Nivel de ruido audible:
Certificaciones
 Certificación ISO 9001:
 Certificación 14001:
 Certificación conformidad RETIE:

	mm
	mm
	mm
	l
	kg

Según apartado 4.1.2	
Según apartado 4.1.2	µm
Gris claro	

Epoxi - poliamina	
30µm	µm
Blanco	

	kPa
	kPa
	kPa

300 kVA	kVA
13,2 kV	kV
0,208 kV	kV
Dyn	
≤ 5%	%
95 kV	kV
30 kV	kV
60 Hz	Hz

ONAN	
	°C
	°C

95 kV	kV
34 kV	kV

ASTM D3487 o IEC	
28 kV	
Según apartado 4.2.5	
0, ± 2,5%, ± 5%	

≤0,2%	%
≤1,25%	%
55 dBA	%

SI	
Opcional	
SI	

Observaciones a la especificación

FICHA TÉCNICA DE LA OFERTA

Fabricante:
 Código fabricante:
Material
 Designación:
 Código:

Transformador tipo pad-mounted trifásico entrada-salida de 500 kVA 13.2/0.208 kV	
	553688
Especificado	Ofertado
ANSI C57.12.26	

Norma

Características Dimensionales

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE MATERIALES

Transformadores Tipo Pedestal Trifásicos Entrada-Salida Versión 1

12/11/2020

Pág. 32

Altura total:
 Diámetro cuba:
 Fondo:
 Aceite:
 Peso:
 Pintura exterior
 Tipo:
 Espesor mínimo:
 Color exterior:
 Pintura interior
 Tipo:
 Espesor mínimo:
 Color interior:

Características Mecánicas

Presión soportada en el tanque sin distorsión permanente:
 Presión soportada en el tanque sin romperse:
 Presión máxima de abertura de válvula:

Características Eléctricas

Potencia:
 Tensión primaria asignada:
 Tensión secundaria asignada:
 Grupo de conexión:
 Tensión de cortocircuito:
 Tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) primaria:
 Tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) secundaria:
 Frecuencia:
 Eficiencia potencia y Un a FP: 0,8 y 0,9:
 Regulación secundario al 75% y 100% Sn:
 Refrigeración:
 Elevación de temperatura en devanado:
 Elevación de temperatura en aceite:
 Bornas:
 Tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) primaria:
 Tensión soportada a frecuencia industrial en seco, 1 min:
 Aceite:
 Tipo:
 Voltaje de ruptura del dieléctrico:
 Protección:
 Escalones de regulación de tensión:
 Pérdidas
 En vacío:
 En el cobre:
 Totales:
 Nivel de ruido audible:
Certificaciones
 Certificación ISO 9001:
 Certificación 14001:
 Certificación conformidad RETIE:

	mm
	mm
	mm
	l
	kg

Según apartado 4.1.2	
Según apartado 4.1.2	µm
Gris claro	

Epoxi - poliamina	
30µm	µm
Blanco	

	kPa
	kPa
	kPa

500 kVA	kVA
13,2 kV	kV
0,208 kV	kV
Dyn	
≤ 5%	%
95 kV	kV
30 kV	kV
60 Hz	Hz

ONAN	
	°C
	°C

95 kV	kV
34 kV	kV

ASTM D3487 o IEC	
28 kV	
Según apartado 4.2.5	
0, ± 2,5%, ± 5%	

≤0,2%	%
≤1,25%	%
58 dBA	%

SI	
Opcional	
SI	

Observaciones a la especificación

FICHA TÉCNICA DE LA OFERTA

Fabricante:
 Código fabricante:
Material
 Designación:
 Código:

Norma

Características Dimensionales

Transformador tipo pad-mounted trifásico entrada-salida de 750 kVA 13,2/0,208 kV	
	553689
Especificado	Ofertado
ANSI C57.12.26	

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE MATERIALES

Transformadores Tipo Pedestal Trifásicos Entrada-Salida Versión 1

12/11/2020

Pág. 33

Altura total:
 Diámetro cuba:
 Fondo:
 Aceite:
 Peso:
 Pintura exterior
 Tipo:
 Espesor mínimo:
 Color exterior:
 Pintura interior
 Tipo:
 Espesor mínimo:
 Color interior:

Características Mecánicas

Presión soportada en el tanque sin distorsión permanente:
 Presión soportada en el tanque sin romperse:
 Presión máxima de abertura de válvula:

Características Eléctricas

Potencia:
 Tensión primaria asignada:
 Tensión secundaria asignada:
 Grupo de conexión:
 Tensión de cortocircuito:
 Tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) primaria:
 Tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) secundaria:
 Frecuencia:
 Eficiencia potencia y Un a FP: 0,8 y 0,9:
 Regulación secundario al 75% y 100% Sn:
 Refrigeración:
 Elevación de temperatura en devanado:
 Elevación de temperatura en aceite:
 Bornas:
 Tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) primaria:
 Tensión soportada a frecuencia industrial en seco, 1 min:
 Aceite:
 Tipo:
 Voltaje de ruptura del dieléctrico:
 Protección:
 Escalones de regulación de tensión:
 Pérdidas
 En vacío:
 En el cobre:
 Totales:
 Nivel de ruido audible:
Certificaciones
 Certificación ISO 9001:
 Certificación 14001:
 Certificación conformidad RETIE:

	mm
	mm
	mm
	l
	kg

Según apartado 4.1.2	
Según apartado 4.1.2	µm
Gris claro	

Epoxi - poliamina	
30µm	µm
Blanco	

	kPa
	kPa
	kPa

750 kVA	kVA
13,2 kV	kV
0,208 kV	kV
Dyn	
≤ 5,75%	%
95 kV	kV
30 kV	kV
60 Hz	Hz

ONAN	
	°C
	°C

95 kV	kV
34 kV	kV

ASTM D3487 o IEC	
28 kV	
Según apartado 4.2.5	
0, ± 2,5%, ± 5%	

≤0,2%	%
≤1,25%	%
61 dBA	%

SI	
Opcional	
SI	

Observaciones a la especificación

FICHA TÉCNICA DE LA OFERTA

Fabricante:
 Código fabricante:
Material
 Designación:
 Código:

Transformador tipo pad-mounted trifásico entrada-salida de 150 kVA 34,5/0,208 kV	
	553694
Especificado	Ofertado
ANSI C57.12.26	

Norma

Características dimensionales

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE MATERIALES

Transformadores Tipo Pedestal Trifásicos Entrada-Salida Versión 1

12/11/2020

Pág. 34

Altura total:
 Diámetro cuba:
 Fondo:
 Aceite:
 Peso:
 Pintura exterior
 Tipo:
 Espesor mínimo:
 Color exterior:
 Pintura interior
 Tipo:
 Espesor mínimo:
 Color interior:

Características Mecánicas

Presión soportada en el tanque sin distorsión permanente:
 Presión soportada en el tanque sin romperse:
 Presión máxima de abertura de válvula:

Características Eléctricas

Potencia:
 Tensión primaria asignada:
 Tensión secundaria asignada:
 Grupo de conexión:
 Tensión de cortocircuito:
 Tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) primaria:
 Tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) secundaria:
 Frecuencia:
 Eficiencia potencia y Un a FP: 0,8 y 0,9:
 Regulación secundario al 75% y 100% Sn:
 Refrigeración:
 Elevación de temperatura en devanado:
 Elevación de temperatura en aceite:
 Bornas:
 Tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) primaria:
 Tensión soportada a frecuencia industrial en seco, 1 min:
 Aceite:
 Tipo:
 Voltaje de ruptura del dieléctrico:
 Protección:
 Escalones de regulación de tensión:
 Pérdidas
 En vacío:
 En el cobre:
 Totales:
 Nivel de ruido audible:
Certificaciones
 Certificación ISO 9001:
 Certificación 14001:
 Certificación conformidad RETIE:

	mm
	mm
	mm
	l
	kg

Según apartado 4.1.2	
Según apartado 4.1.2	μm
Gris claro	

Epoxi - poliamina	
30μm	μm
Blanco	

	kPa
	kPa
	kPa

150 kVA	kVA
34,5 kV	kV
0,208 kV	kV
Dyn	
≤ 4%	%
150 kV	kV
30 kV	kV
60 Hz	Hz

ONAN	
	°C
	°C

150 kV	kV
50 kV	kV

ASTM D3487 o IEC	
28 kV	
Según apartado 4.2.5	
0, ± 2,5%, ± 5%	

≤0,2%	%
≤1,25%	%
53 dBA	%

SI	
Opcional	
SI	

Observaciones a la especificación

FICHA TÉCNICA DE LA OFERTA

Fabricante:
 Código fabricante:
 Material
 Designación:
 Código:

Norma

Características Dimensionales

Transformador tipo pad-mounted trifásico entrada-salida de 300 kVA 34,5/0.208 kV	
	553695
Especificado	Ofertado
ANSI C57.12.26	

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE MATERIALES

Transformadores Tipo Pedestal Trifásicos Entrada-Salida Versión 1

12/11/2020

Pág. 35

Altura total:
 Diámetro cuba:
 Fondo:
 Aceite:
 Peso:
 Pintura exterior
 Tipo:
 Espesor mínimo:
 Color exterior:
 Pintura interior
 Tipo:
 Espesor mínimo:
 Color interior:

Características Mecánicas

Presión soportada en el tanque sin distorsión permanente:
 Presión soportada en el tanque sin romperse:
 Presión máxima de abertura de válvula:

Características Eléctricas

Potencia:
 Tensión primaria asignada:
 Tensión secundaria asignada:
 Grupo de conexión:
 Tensión de cortocircuito:
 Tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) primaria:
 Tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) secundaria:
 Frecuencia:
 Eficiencia potencia y Un a FP: 0,8 y 0,9:
 Regulación secundario al 75% y 100% Sn:
 Refrigeración:
 Elevación de temperatura en devanado:
 Elevación de temperatura en aceite:
 Bornas:
 Tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) primaria:
 Tensión soportada a frecuencia industrial en seco, 1 min:
 Aceite:
 Tipo:
 Voltaje de ruptura del dieléctrico:
 Protección:
 Escalones de regulación de tensión:
 Pérdidas
 En vacío:
 En el cobre:
 Totales:
 Nivel de ruido audible:
Certificaciones
 Certificación ISO 9001:
 Certificación 14001:
 Certificación conformidad RETIE:

	mm
	mm
	mm
	l
	kg

Según apartado 4.1.2	
Según apartado 4.1.2	µm
Gris claro	

Epoxi - poliamina	
30µm	µm
Blanco	

	kPa
	kPa
	kPa

300 kVA	kVA
34,5 kV	kV
0,208 kV	kV
Dyn	
≤ 5%	%
150 kV	kV
30 kV	kV
60 Hz	Hz

ONAN	
	°C
	°C

150 kV	kV
50 kV	kV

ASTM D3487 o IEC	
28 kV	
Según apartado 4.2.5	
0, ± 2,5%, ± 5%	

≤0,2%	%
≤1,25%	%
55 dBA	%

SI	
Opcional	
SI	

Observaciones a la especificación

FICHA TÉCNICA DE LA OFERTA

Fabricante:
 Código fabricante:
 Material
 Designación:
 Código:

Norma

Características Dimensionales

Transformador tipo pad-mounted trifásico entrada-salida de 500 kVA 34,5/0,208 kV	
553696	
Especificado	Ofertado
ANSI C57.12.26	

Pág. 36

Altura total:
 Diámetro cuba:
 Fondo:
 Aceite:
 Peso:
 Pintura exterior
 Tipo:
 Espesor mínimo:
 Color exterior:
 Pintura interior
 Tipo:
 Espesor mínimo:
 Color interior:

Características Mecánicas

Presión soportada en el tanque sin distorsión permanente:
 Presión soportada en el tanque sin romperse:
 Presión máxima de abertura de válvula:

Características Eléctricas

Potencia:
 Tensión primaria asignada:
 Tensión secundaria asignada:
 Grupo de conexión:
 Tensión de cortocircuito:
 Tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) primaria:
 Tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) secundaria:
 Frecuencia:
 Eficiencia potencia y Un a FP: 0,8 y 0,9:
 Regulación secundario al 75% y 100% Sn:
 Refrigeración:
 Elevación de temperatura en devanado:
 Elevación de temperatura en aceite:
 Bornas:
 Tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) primaria:
 Tensión soportada a frecuencia industrial en seco, 1 min:
 Aceite:
 Tipo:
 Voltaje de ruptura del dieléctrico:
 Protección:
 Escalones de regulación de tensión:
 Pérdidas
 En vacío:
 En el cobre:
 Totales:
 Nivel de ruido audible:
Certificaciones
 Certificación ISO 9001:
 Certificación 14001:
 Certificación conformidad RETIE:

	mm
	mm
	mm
	l
	kg

Según apartado 4.1.2	
Según apartado 4.1.2	µm
Gris claro	

Epoxi - poliamina	
30µm	µm
Blanco	

	kPa
	kPa
	kPa

500 kVA	kVA
34,5 kV	kV
0,208 kV	kV
Dyn	
≤ 5%	%
150 kV	kV
30 kV	kV
60 Hz	Hz

ONAN	
	°C
	°C

150 kV	kV
50 kV	kV

ASTM D3487 o IEC	
28 kV	
Según apartado 4.2.5	
0, ± 2,5%, ± 5%	

≤0,2%	%
≤1,25%	%
58 dBA	%

SI	
Opcional	
SI	

Observaciones a la especificación

FICHA TÉCNICA DE LA OFERTA

Fabricante:
 Código fabricante:
 Material
 Designación:
 Código:

Transformador tipo pad-mounted trifásico entrada-salida de 750 kVA 34,5/0,208 kV	
553697	
Especificado	Ofertado
ANSI C57.12.26	

Norma

Características Dimensionales

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE MATERIALES

Transformadores Tipo Pedestal Trifásicos Entrada-Salida Versión 1

12/11/2020

Pág. 37

Altura total:

Diámetro cuba:

Fondo:

Aceite:

Peso:

Pintura exterior

Tipo:

Espesor mínimo:

Color exterior:

Pintura interior

Tipo:

Espesor mínimo:

Color interior:

Características Mecánicas

Presión soportada en el tanque sin distorsión permanente:

Presión soportada en el tanque sin romperse:

Presión máxima de abertura de válvula:

Características Eléctricas

Potencia:

Tensión primaria asignada:

Tensión secundaria asignada:

Grupo de conexión:

Tensión de cortocircuito:

Corriente simétrica de C.C y tiempo:

Tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) primaria:

Tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) secundaria:

Frecuencia:

Eficiencia potencia y Un a FP: 0,8 y 0,9:

Regulación secundario al 75% y 100% Sn:

Refrigeración:

Elevación de temperatura en devanado:

Elevación de temperatura en aceite:

Bornas:

Tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) primaria:

Tensión soportada a frecuencia industrial en seco, 1 min:

Aceite:

Tipo:

Voltaje de ruptura del dieléctrico:

Protección:

Escalones de regulación de tensión:

Pérdidas

En vacío:

En el cobre:

Totales:

Nivel de ruido audible:

Certificaciones

Certificación ISO 9001:

Certificación 14001:

Certificación conformidad RETIE:

	mm
	mm
	mm
	l
	kg

Según apartado 4.1.2	
Según apartado 4.1.2	µm
Gris claro	

Epoxi - poliamina	
30µm	µm
Blanco	

	kPa
	kPa
	kPa

750 kVA	kVA
34,5 kV	kV
0,208 kV	kV
Dyn	
≤ 5,75%	%
10 Ka-1seg	kA
150 kV	kV
30 kV	kV
60 Hz	Hz

ONAN	
	°C
	°C

150 kV	kV
50 kV	kV

ASTM D3487 o IEC	
28 kV	
Según apartado 4.2.5	
0, ± 2,5%, ± 5%	

≤0,2%	%
≤1,25%	%
61 dBA	%

SI	
Opcional	
SI	

Observaciones a la especificación

ANEXO 3: FORMULA DE COMPARACIÓN DE OFERTAS

La comparación de ofertas se hará calculando el costo capitalizado de cada transformador según la expresión o fórmula de comparación de ofertas:

$$P_{\text{comp}} = P_{\text{of}} + A \times P_c + B \times P_v$$

P_{comp}	precio de comparación en \$ Col.
P_{of}	precio ofertado en \$ Col.
P_c	pérdidas en carga en kW
P_v	pérdidas en vacío en kW
A	Coficiente de las pérdidas en vacío
B	Coficiente de las pérdidas en los devanados

Los valores de A y B se calcularán como sigue:

$$A = \sum_{K=1}^N \frac{[I_1(1+c)^K]^2}{(1+t)^n} \times 12 \times Fp \times (730 \times CE + CP)$$

$$B = 12 \times \frac{(1+t)^n - 1}{t \times (1+t)^n} \times (730 \times CE + CP)$$

Siendo los respectivos parámetros,

t	tasa de actualización
c	tasa de crecimiento de la carga
n	número de años (vida útil)
Fp	factor de pérdidas
CE	precio medio de compra de energía \$/ kWh
CP	precio medio de compra de potencia \$/ kWmes
12	meses al año
730	números de horas promedio al mes

Los valores de estos parámetros, establecidos por Normalización son los siguientes:

Tabla 12

Comparación de Ofertas	
n (años)	20
Fp	0,3
c	4,5%
I ₁	0,6 (*)

(*) La carga prevista para el primer año de funcionamiento del transformador será el 60 % de la nominal, e irá aumentando cada año un 4,5 % para alcanzar en el año 20 el 130 % de la misma, momento en el que se procederá a su cambio por ampliación.

Los parámetros CE, CP y t serán fijados en cada país ya que estos valores pueden ser distintos.

Simplificando las fórmulas A y B queda:

$$A = A_1 \times (730 \times CE \times CP)$$

$$B = B_1 \times (730 \times CE \times CP)$$

La tabla adjunta indica los distintos valores de A1 y B1, en función de la tasa de actualización:

Tabla 13

Comparación de Ofertas					
	0,5%	1,0%	1,5%	2,0%	2,5%
A ₁	63,48	59,58	55,97	52,64	49,56
B ₁	227,85	216,55	206,02	196,22	187,07
	3,0%	3,5%	4,0%	4,5%	5,0%
A ₁	46,71	44,07	41,62	39,34	37,23
B ₁	178,53	170,55	163,08	156,10	149,55
	6,0%	7,0%	8,0%	9,0%	10,0%
A ₁	33,44	30,15	27,29	24,80	22,61
B ₁	137,64	127,13	117,82	109,54	102,16
	12,0%	14,0%	16,0%	18,0%	20,0%
A ₁	19,01	16,19	13,96	12,17	10,73
B ₁	89,63	74,48	71,15	64,23	58,43

Ejemplo:

Suponiendo CE = 0,044 \$/ kWh, CP = 6,2 \$/ kW y t = 10 %, el resultado de la fórmula sería el siguiente:

$$A = 22,61 \times (730 \times 0,044 + 6,2) = 866,4 \text{ $/ Kw}$$

$$B = 102,16 \times (730 \times 0,044 + 6,2) = 1914,77 \text{ $/ kW}$$

Sustituyendo todos los valores conocidos y fijados por Normalización, la fórmula de comparación de ofertas queda como sigue:

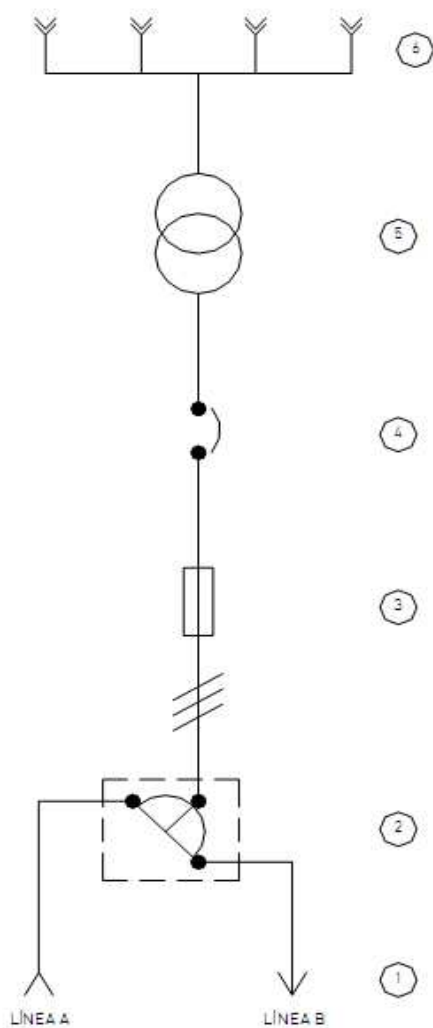
$$P_{\text{comp}} = P_{\text{of}} + 866,4 \times P_c + 1914,77 \times P_v$$

Sustituyendo el precio de oferta, las pérdidas de carga y las de vacío se obtiene el precio comparativo final del transformador.

ANEXO 4: DIAGRAMA UNIFILAR DEL TRANSFORMADOR

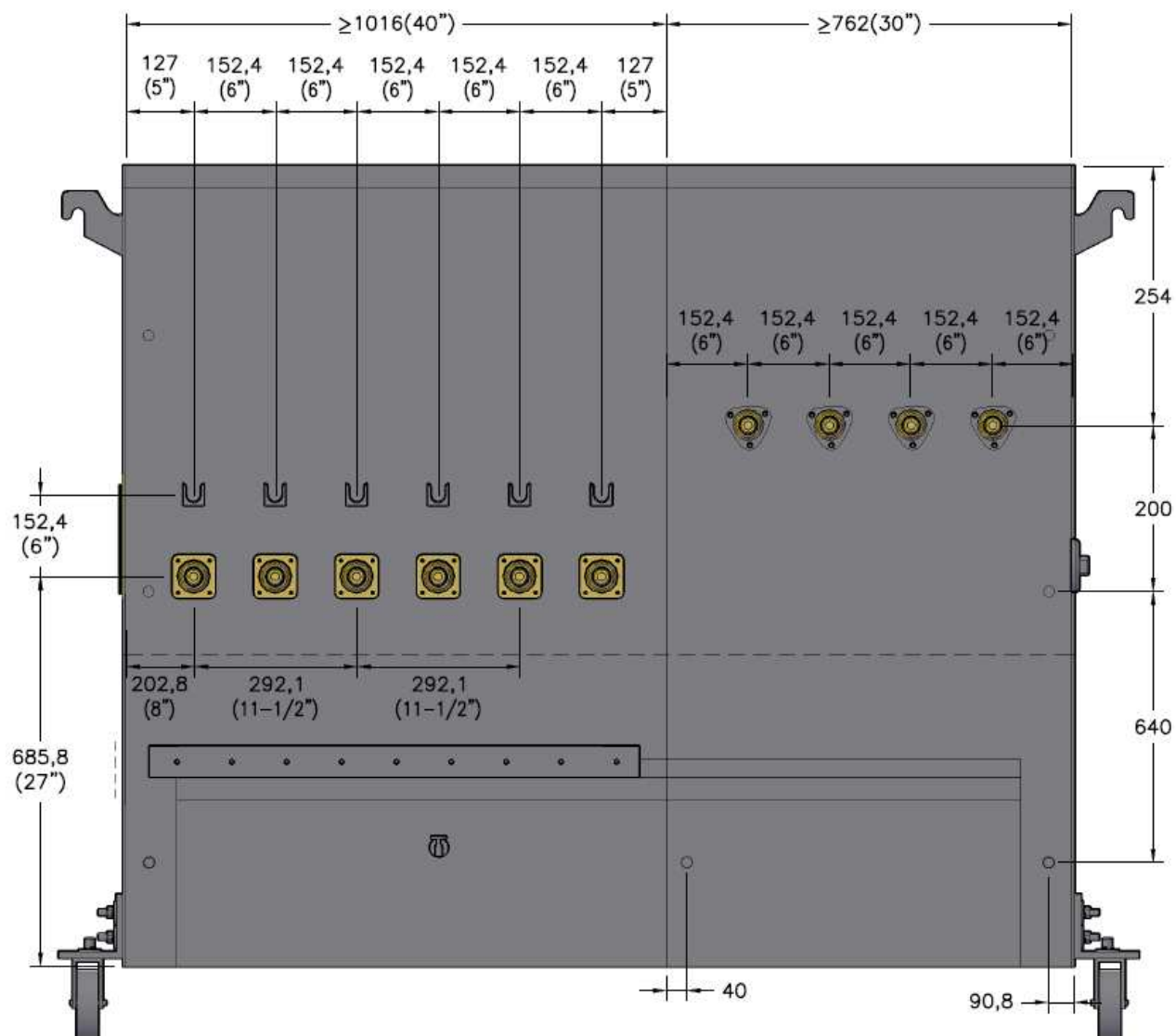
CROQUIS

Esquema unifilar



POSICIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Pasatapas de MT
2	Interruptor tipo T-Blade
3	Fusible de alto poder de ruptura
4	Protección sensible a temperatura y sobretensiones
5	Transformador
6	Pasatapas de BT

ANEXO 5: PLANOS



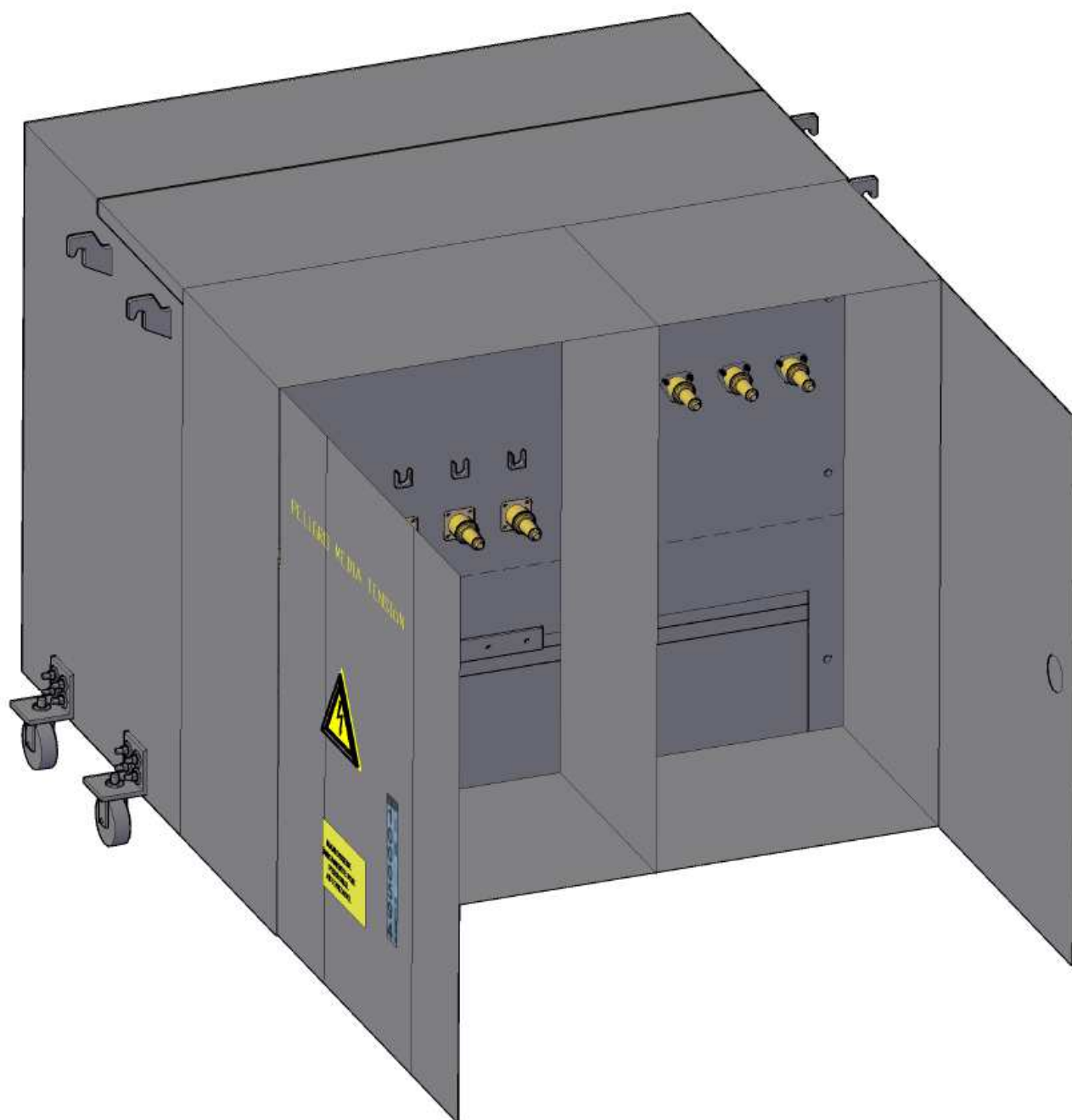
NOTAS: DIMENSIONES EN MILÍMETROS (PULGADAS)



**TRANSFORMADOR TRIFÁSICO PADMOUNTED ENTRADA/SALIDA
VISTA FRONTAL**

NORMA DE MATERIALES

	FECHA	NOMBRE
Aprobado	NOV 2020	F.J.G.
Revisado	NOV 2020	A.M.R.
CÓDIGO	PM01020101	
REV. 1	HOJA 1/6	




**TRANSFORMADOR TRIFÁSICO PADMOUNTED ENTRADA/SALIDA
VISTA ISOMÉTRICA**

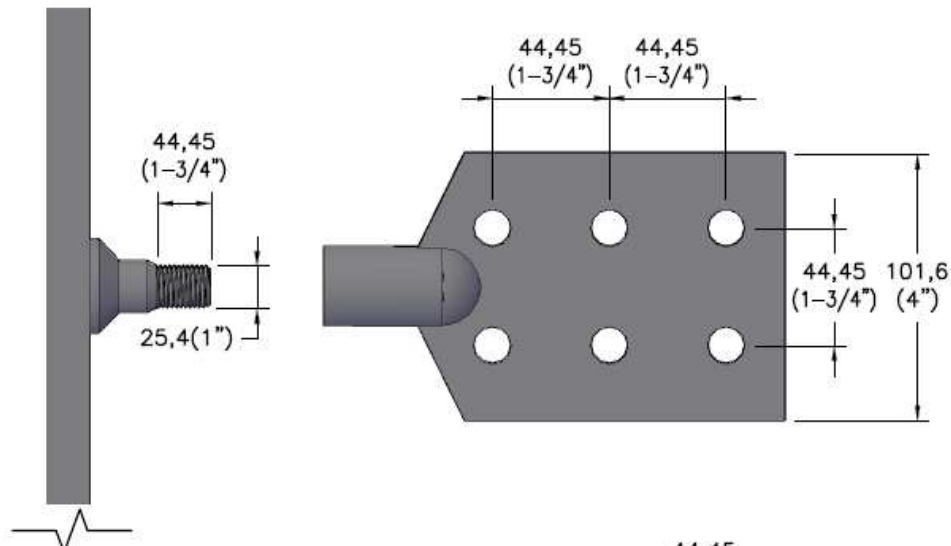
NORMA DE MATERIALES

	FECHA	NOMBRE
Aprobado	NOV 2020	F.J.G.
Revisado	NOV 2020	A.M.R.
CÓDIGO	PM01020101	
REV. 1	HOJA 2/6	



	TRANSFORMADOR TRIFÁSICO PADMOUNTED ENTRADA/SALIDA VISTA FRONTAL PUERTAS		FECHA	NOMBRE
		Aprobado	NOV 2020	F.J.G.
	NORMA DE MATERIALES	Revisado	NOV 2020	A.M.R.
		CÓDIGO	PM01020101	
		REV. 1	HOJA 3/6	

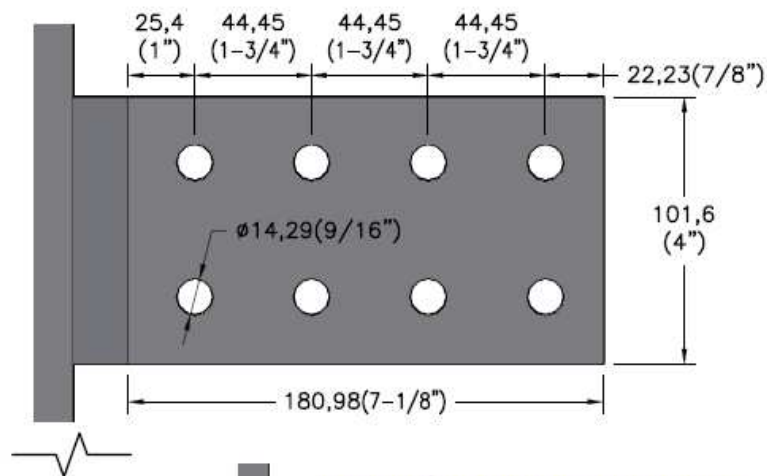
SALIDA BT ROSCADA 1-1/4" 500 kVA CON PALA OPCIONAL



SALIDA BT ROSCADA 1" 150 Y 300 kVA CON PALA OPCIONAL



SALIDA TIPO PALA 750 kVA



PERFIL TÍPICO DE LOS TERMINALES



NOTAS: DIMENSIONES EN MILÍMETROS (PULGADAS)

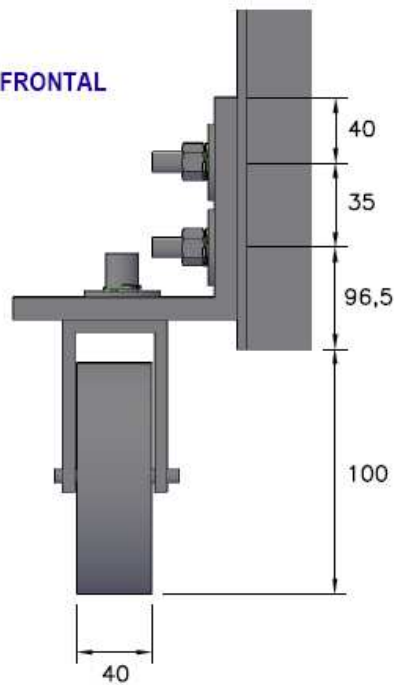


TRANSFORMADOR TRIFÁSICO PADMOUNTED ENTRADA/SALIDA
DETALLE TERMINALES SECUNDARIOS

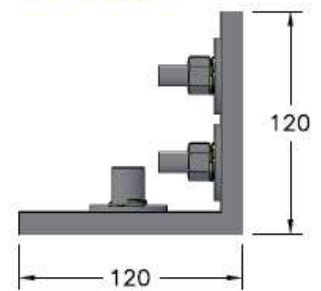
NORMA DE MATERIALES

	FECHA	NOMBRE
Aprobado	NOV 2020	F.J.G.
Revisado	NOV 2020	A.M.R.
CÓDIGO	PM01020101	
REV. 1	HOJA 4/6	

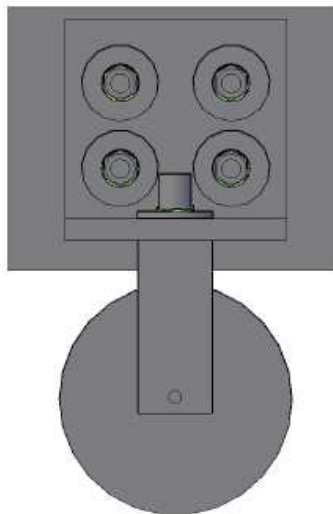
VISTA FRONTAL



VISTA PERFIL



VISTA LATERAL



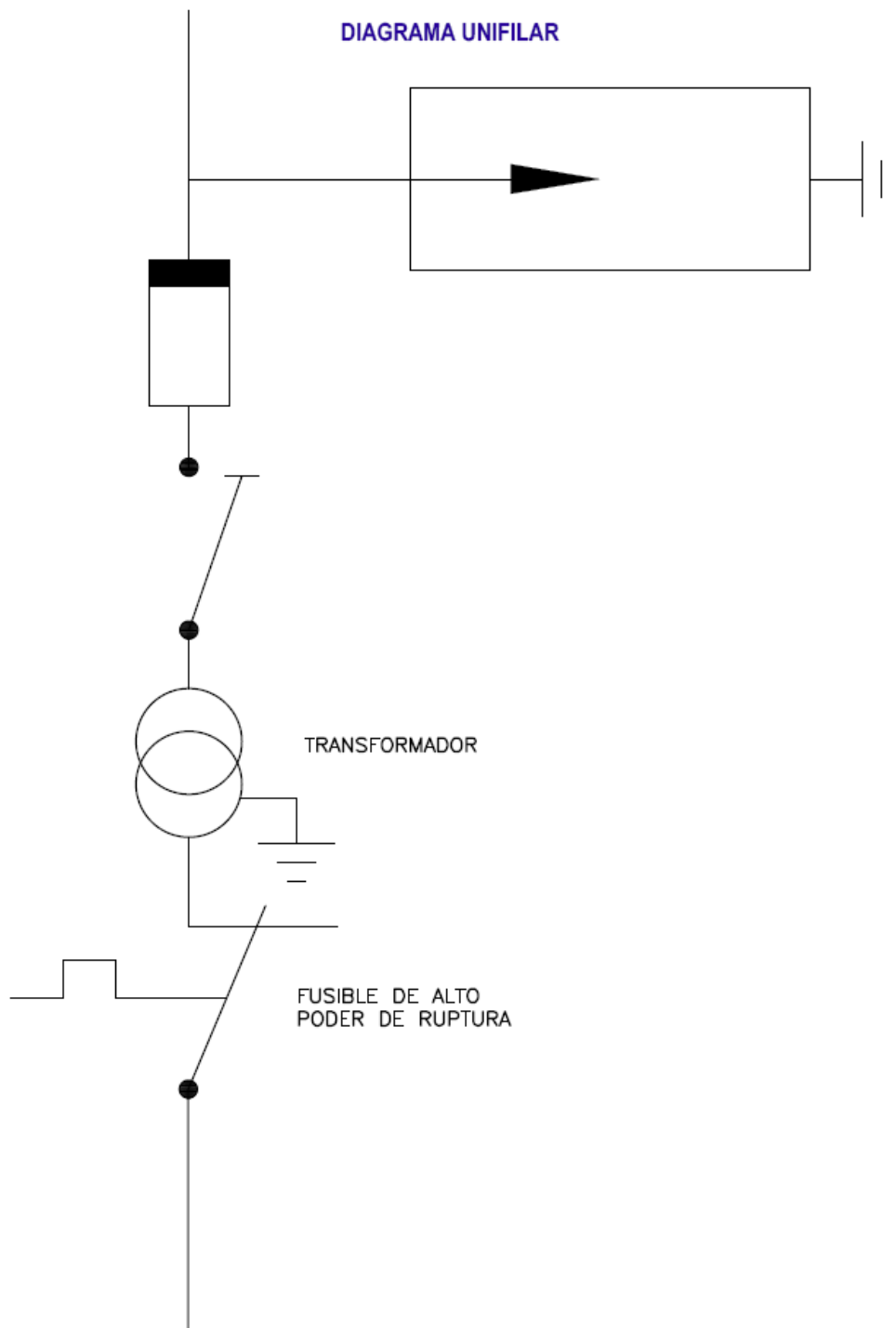
NOTAS: DIMENSIONES EN MILÍMETROS



**TRANSFORMADOR TRIFÁSICO PADMOUNTED ENTRADA/SALIDA
DETALLE RUEDAS**

NORMA DE MATERIALES

	FECHA	NOMBRE
Aprobado	NOV 2020	F.J.G.
Revisado	NOV 2020	A.M.R.
CÓDIGO	PM01020101	
REV. 1	HOJA 5/6	



**TRANSFORMADOR TRIFÁSICO PADMOUNTED ENTRADA/SALIDA
DIAGRAMA UNIFILAR**

NORMA DE MATERIALES

	FECHA	NOMBRE
Aprobado	NOV 2020	F.J.G.
Revisado	NOV 2020	A.M.R.
CÓDIGO	PM01020101	
REV. 1	HOJA 6/6	