

126 de junio de 2020

ESPECIFICACIÓN  
TÉCNICA

TRANSFORMADORES TIPO PAD-  
MOUNTED TRIFÁSICOS FIN DE  
LINEA

**CELSIA**

Especificación / Hoja de datos

TRANSFORMADORES TIPO PAD-MOUNTED TRIFÁSICOS FÍN DE LÍNEA – SP010301

Modificaciones respecto a la edición anterior	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se eliminan las tensiones de República Dominicana</li> <li>• Se incluye una señal de peligro y una bandeja porta documentos</li> <li>• Se reducen las pérdidas en carga al 1,25% de la potencia nominal</li> <li>• Se incluye una tabla de ruido máximo.</li> <li>• Se corrige la designación.</li> <li>• Se incluye un párrafo que especifica que la pintura debe ser resistente a la corrosión.</li> <li>• Se cambia el formato de las fichas técnicas</li> </ul>	

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

Objeto de la edición

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

INDICE

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 DIMENSIONALES
  - 4.3 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS
    - 4.3.1 Valores nominales
    - 4.3.2 Bornas
    - 4.3.3 Pérdidas y niveles de ruido
    - 4.3.4 Aceite aislante
    - 4.3.5 Protecciones incluidas
- 5 ENSAYOS
  - 5.1 ENSAYOS DE DISEÑO Y OTROS ENSAYOS PARA TRANSFORMADORES
  - 5.2 ENSAYOS DE RUTINA O INDIVIDUALES
  - 5.3 TOLERANCIAS.
- 6 DESIGNACIÓN
- 7 MARCAS
- 8 INSPECCION TECNICA
  - 8.1 INSPECCION DURANTE LA FABRICACION
  - 8.2 INSPECCION DURANTE LOS ENSAYOS DE RECEPCION FINALES
  - 8.3 CRITERIOS DE ACEPTACION 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 OFERTAS
- 10 ALCANCE DE LA OFERTA
- 11 ALCANCE DEL SUMINISTRO
  - 11.1 MATERIAL

Pág. 3

11.2	DOCUMENTACIÓN
11.3	ENSAYOS
11.4	TRANSPORTE
11.5	ASISTENCIA TÉCNICA
11.6	CONDICIONES DEL SUMINISTRO
12	PENALIZACION POR PERDIDAS
12.1	PENALIZACION POR LOTE
12.2	PENALIZACION INDIVIDUAL

## **ANEXOS**

Anexo 1: Normas de referencia  
Anexo 2: Fichas técnicas  
Anexo 3: Fórmula de comparación de ofertas  
Anexo 4: Croquis  
Anexo 5: Planos

## **INDICE 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 Cortocircuito  
Tabla 7: Bornas  
Tabla 8: Pérdidas Máximas en los Transformadores  
Tabla 9: Niveles de Ruido Audible  
Tabla 10: Normas de Referencias

## 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 fin de línea 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 TPTFL, “transformadores tipo pad-mounted trifásicos fin de línea”.

## 2. ALCANCE

La presente especificación tiene por alcance los siguientes transformadores:

**Tabla 1**

Alcance		
Código	Denominación	Descripción
552 288	TPTFL-150-13,2-0,21	Transformador tipo pad-mounted trifásico fin de línea de 150 kVA 13,2/0,208 kV
531 116	TPTFL-300-13,2-0,21	Transformador tipo pad-mounted trifásico fin de línea de 300 kVA 13,2/0,208 kV
531 117	TPTFL-500-13,2-0,21	Transformador tipo pad-mounted trifásico fin de línea de 500 kVA 13,2/0,208 kV
531 118	TPTFL-750-13,2-0,21	Transformador tipo pad-mounted trifásico fin de línea de 750 kVA 13,2/0,208 kV
552 290	TPTFL-150-34,5-0,21	Transformador tipo pad-mounted trifásico fin de línea de 150 kVA 34,5/0,208 kV
531 122	TPTFL-300-34,5-0,21	Transformador tipo pad-mounted trifásico fin de línea de 300 kVA 34,5/0,208 kV
531 123	TPTFL-500-34,5-0,21	Transformador tipo pad-mounted trifásico fin de línea de 500 kVA 34,5/0,208 kV
531 124	TPTFL-750-34,5-0,21	Transformador tipo pad-mounted trifásico fin de línea de 750 kVA 34,5/0,208 kV

### 3. REQUISITOS GENERALES

#### 3.1 NORMAS

Los transformadores tipo pad-mounted trifásico fin de línea 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 tipo pad-mounted trifásico fin de línea 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. CARACTERÍSTICAS

### 4.1 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

El diseño del transformador tipo pad-mounted trifásico fin de línea 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 tipo pad-mounted trifásico fin de línea 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 en el anexo 5.

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 tipo pad-mounted trifásico fin de línea 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, y de 40 mm de ancho de llanta y 125 mm de diámetro. La separación entre ejes de rodadura, medida en la dirección transversal al desplazamiento del CT, será de  $1810 \pm 50$  mm.

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 anexo 5.

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  $100 \pm 10$  mm.

La pintura del transformador tipo pad-mounted trifásico fin de línea 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 tipo pad-mounted trifásico fin de línea estará de acuerdo al croquis adjunto en el anexo 4 del presente documento. El transformador tipo pad-mounted trifásico fin de línea 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 porta documentos 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 voltaje del conmutador estarán de acuerdo a lo indicado en 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 tipo pad-mounted trifásico fin de línea 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, 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 normal

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 de contaminación normal y en éste 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 DIMENSIONALES

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

## 4.3 CARACTERISTICAS ELECTRICAS

### 4.3.1 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 tipo pad-mounted trifásico fin de línea 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 Cortocircuito				
POTENCIA NOMINALES (kVA)	150	300	500	750
Tensión de cortocircuito $V_{cc}$ (%)	4	5	5	5,75

### 4.3.2 Bornas

Las bornas de M.T. serán del tipo “Enchufables en Carga”, con una intensidad admisible da 200 A según la norma IEEE 386.

Para las tensiones de 13,2 kV, el pasatapas estará en la carcasa del transformador y será del tipo universal ("Universal Bushing Well").

El suministro incluirá ambas piezas, es decir:

- Pasatapas tipo pozo ("Universal Bushing Well")
- Borna insertable 200 A en carga ("Loadbreak Bushing Insert")

Para la tensión de 34,5 kV, el pasatapas de M.T. estará en la carcasa del transformador y será del tipo "Integral Bushing Well"

Las bornas de M.T. y B.T. deben cumplir como mínimo las características indicadas en la norma ANSI C57.12.26, resumidas en la siguiente tabla:

**Tabla 7**

BORNAS	13,2 kV	24,9 kV	34,5 kV	B.T.
Tensión soportada a impulso tipo rayo (BIL) (kV)	95	125	150	30
Tensión soportada a frecuencia industrial en seco, 1 min (kV)	34	40	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.

#### 4.3.3 Pérdidas y nivel de ruido

Las pérdidas en el cobre del transformador tipo pad-mounted trifásico fin de línea 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 tipo pad-mounted trifásico fin de línea 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 los 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 tipo pad-mounted trifásico fin de línea 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 tipo pad-mounted trifásico fin de línea, 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 tipo pad-mounted trifásico fin de línea.

Los transformadores tipo pad-mounted trifásico fin de línea 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	48
750	61

#### 4.3.4 ceite 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 ninguno 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 tipo pad-mounted trifásico fin de línea en instalaciones interiores, 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.

#### 4.3.5 Protecciones incluidas

La protección contra cortocircuitos internos del transformador tipo pad-mounted trifásico fin de línea se realizará mediante fusible bayoneta tipo sensor dual en el lado primario del transformador.

En el lado de baja tensión se instalará un interruptor termomagnético de caja moldeada de disparo tripolar; se debe garantizar una adecuada coordinación entre el interruptor de baja tensión y el fusible limitador de corriente localizado en el codo enchufable del lado primario.

Esta coordinación 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.

El transformador tipo pad-mounted trifásico fin de línea debe suministrarse con los respectivos codos enchufables con dispositivos de protección contra sobretensiones (DPS), uno para cada fase. Los codos con DPS deben cumplir con la respectiva especificación técnica de **CELSIA**. El proveedor debe diligenciar las correspondientes fichas técnicas de estos dispositivos.

## 5. ENSAYOS

Los transformadores tipo pad-mounted trifásico fin de línea deberán satisfacer los ensayos de calificación y recepción que se establecen a continuación, a excepción de los indicados en la norma ANSI C57.12.26, que responderán a lo especificado en dicha norma.

Todos los ensayos para recepción y de comprobación de las características técnicas garantizadas por el fabricante deberán realizarse de acuerdo con las normas ANSI C57.12.90 y ANSI C57.12.00 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**.

El interruptor de maniobra deberá satisfacer los ensayos indicados en la norma ANSI C37.71.

## 5.1 ENSAYOS DE DISEÑO Y OTROS ENSAYOS PARA TRANSFORMADORES

Los transformadores tipo pad-mounted trifásico fin de línea deberán satisfacer los ensayos de diseño y otros ensayos para transformadores establecidos en la Norma ANSI C57.12.00.

## 5.2 ENSAYOS DE RUTINA O INDIVIDUALES

Los transformadores tipo pad-mounted trifásico fin de línea deberán satisfacer los ensayos individuales establecidos en la norma ANSI C57.12.00

## 5.3 OTROS ENSAYOS

El acabado exterior del tanque será sometido a los ensayos indicados en el numeral 4.1.2 de la presente especificación.

## 5.4 TOLERANCIAS

Las tolerancias para los valores especificados de impedancia, de pérdidas y las tolerancias permitidas en los equipos de medida de pérdidas serán los establecidos en los apartados 9.2, 9.3 y 9.4 de la norma ANSI C57.12.00 respectivamente.

Debe generarse un reporte de inspección de estas actividades, que incluya listas de comprobación debidamente firmadas por el responsable de la inspección e incluirse en el reporte de pruebas del transformador.

## 6. DESIGNACION

Los transformadores se designarán por medio de tres grupos de siglas (TPTFL-XX-YY-ZZ).

Estos grupos de siglas o cifras, dispuestos en el orden indicado a continuación, tendrán el significado siguiente:

- TPTFL: Transformador tipo pad-mounted trifásico fin de línea.
- XX: Potencia nominal.
- Y: Tensión nominal de servicio en el primario: B = 13.2 Kv, c = 34.5 KV
- ZZ: Tensión nominal de servicio en el secundario.

Ejemplo:

TPTFL-300-B-0,208

Se trata de un transformador trifásico pad-mounted fin de línea, 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 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").

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 tipo pad-mounted trifásico fin de línea 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 1½").

- El transformador estará identificado con el nombre de CELSIA (con letras de 51 x 38 mm (2 x 1½") de color negro.
- El transformador debe contener una marcación numérica en color negro, cada carácter debe medir 51 x 38 mm (2" x 1½"); la serie numérica debe solicitarla el proveedor a CELSIA. y se ubicará de acuerdo al plano del anexo 5.
- Los transformadores se deben marcar en la parte inferior con la leyenda "LIBRE DE PCB'S", el tamaño de la letras para esta leyenda es de 30mm x 20mm.
- El transformador debe contener el siguiente aviso: "MANIOBRESE SOLO POR PERSONAL AUTORIZADO", el tamaño de las letras para esta leyenda es de (1 ½"x1").
- Los transformadores deben llevar el símbolo de riesgo eléctrico, las dimensiones del símbolo corresponderán a las indicadas en el RETIE para una altura de 160 mm.

## 8. INSPECCIÓN TÉCNICA

Será motivo suficiente para rechazar los transformadores tipo pad-mounted trifásico fin de línea que no hayan pasado satisfactoriamente todas las pruebas indicadas, así como cualquier otra prueba que expresamente se haya convenido o contratado por **CELSIA** con el proveedor. El inspector anotará en el formulario correspondiente los datos completos de la identificación de los transformadores rechazados, y un inventario de los transformadores aceptados.

### 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 tipo pad-mounted trifásicos fin de línea, 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 tipo pad-mounted trifásicos fin de línea se deberán realizar los ensayos de partida y remesa indicados.

Partida: Se entiende por partida a la cantidad total de transformadores tipo pad-mounted trifásicos fin de línea 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 **CELSIAS**. 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 **CELSIAS.A**, 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 tipo pad-mounted trifásicos fin de línea 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 tipo pad-mounted trifásicos fin de línea 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 tipo pad-mounted trifásicos fin de línea.

## 9. COMPARACIÓN DE LA OFERTA

La comparación de ofertas de los transformadores objeto de esta especificación se hará de acuerdo al 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.

## 11. ALCANCE DEL SUMINISTRO

### 11.1 MATERIAL

El material consta de los transformadores tipo pad-mounted trifásico fin de línea 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**

### 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 tipo pad-mounted trifásico fin de línea.
- 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 pad-mounted trifásico fin de línea.
- Copia e informe de los ensayos realizados a los transformadores tipo pad-mounted trifásico fin de línea.

### 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 tipo pad-mounted trifásicos fin de línea, además serán provistos de un reporte certificado de las pérdidas.

### 11.4 TRANSPORTE

Con el objeto de evitar ser rechazados los transformadores tipo pad-mounted trifásicos fin de línea 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 tipo pad-mounted trifásicos fin de línea 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 tipo pad-mounted trifásicos fin de línea 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.

## 11.6 CONDICIONES DEL SUMINISTRO

Los transformadores tipo pad-mounted trifásicos fin de línea deberán empacarse individualmente en guacales de madera tratada o plástico que tengan la resistencia mecánica adecuada, de tal forma que protejan al transformador durante el cargue, el transporte y descargue. Los guacales permitirán y facilitarán el bodegaje.

Cada transformador tipo pad-mounted trifásicos fin de línea debe ser fijado a la base del guacal por medio de tornillos o zuncho.

En la parte exterior del embalaje deberá figurar la referencia del material contenido, cantidad de piezas así como el número de pedido y nombre del proveedor.

La madera deberá ser tratada para el control de plagas, según requerimientos internacionales, evitando los compuestos dañinos para el hombre o el medio ambiente, como el "Pentaclorofenol" y "Creosota". El tratamiento deberá contemplar, a lo menos: alta toxicidad a organismos xilófagos, alta penetrabilidad y poder de fijación, estabilidad química, sustancias no corrosivas a los metales ni que afecte características físicas de la madera.

Con el objetivo de evitar el rechazo de los transformadores tipo pad-mounted trifásicos fin de línea, ocasionado por daños en el transporte, éste debe realizarse de acuerdo con altos estándares en el manejo confiable de mercancías que les aseguren el buen estado.

Los transformadores tipo pad-mounted trifásicos fin de línea deberán ser embarcados completos, con todos los accesorios para su inmediata instalación, garantizándose su entrega inmediata.

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

Los transformadores tipo pad-mounted trifásicos fin de línea deben ser transportados cumpliendo con las disposiciones legales existentes en Colombia, en materia de movimiento de cargas y de acuerdo con los procedimientos y prácticas comerciales normalmente aceptada y establecida, 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.

El proveedor asume los gastos del transporte, incluido el cargue y descargue de los transformadores tipo pad-mounted trifásicos fin de línea, hasta el almacén de **CELSIA**.

## 12. PENALIZACIÓN POR PÉRDIDAS

### 12.1 PENALIZACIÓN POR LOTE

#### EN EL NÚCLEO

$$Cf. = 2A * (Por - Pod) N$$

Donde:

Cf: Valor por penalización de pérdidas en vacío (en \$Col)

P<sub>or</sub>: Pérdidas reales en el hierro o vacío, en kW

P<sub>od</sub>: 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

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

Donde:

Cd: Valor por penalización de pérdidas bajo carga (en \$Col)

P<sub>cr</sub>: Pérdidas reales en los devanados, en kW

P<sub>cd</sub>: 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

$$Cf. = 2A * (Por - Pod)$$

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 10**

<b>Normas de referencia</b>		
<b>NORMA</b>	<b>FECHA</b>	<b>TÍTULO</b>
ANSI C57.12.00	1987	IEEE Standard General Requirements for Liquid Immersed Distribution, Power and Regulating Transformers.
ANSI C57.12.26	1989	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	1999	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	1984	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 D4541	2009	Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers
ASTM D117	1996	Standard Guide for Sampling, Test Methods, Specifications, and Guide for Electrical Insulating Oils of Petroleum Origin
NTC 1156 (ASTM B117)	1988	Procedimiento para el ensayo de la camara salina
RETIE	2013	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas
ISO 9001	2015	Sistema de gestión de la calidad. Requisitos
NTC-ISO 14001	2015	Sistema de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso
NTC ISO 2859-1	2002	Procedimiento de muestreo para inspección para atributos. Parte 1.

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 del mismo.

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

### ANEXO 3: FÓRMULA DE COMPARACIÓN DE OFERTAS

La comparación de ofertas se hará calculando el coste de cada ofertante según la expresión:

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

$P_{\text{comp}}$  precio de comparación en \$

$P_{\text{of}}$  precio ofertado en \$

$P_c$  pérdidas en carga en kW

$P_v$  pérdidas en vacío en kW

Los valores de A y B se calcularán como sigue:

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

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

Siendo los respectivos parámetros:

t tasa de actualización

c tasa de crecimiento de la carga

n número de años (vida útil)

$F_p$  factor de pérdidas

CE precio medio de compra de energía \$/ kWh

CP precio medio de compra de potencia \$/ kW mes 12 meses al año

730 número de horas promedio al mes

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

n (años)	20
$F_p$	0,3
c	4,5 %
$I_1$	0,6 <sup>(*)</sup>

(\*) 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:

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

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

La tabla adjunta indica los distintos valores de  $A_1$  y  $B_1$ , en función de la tasa de actualización:

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	79,48	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:

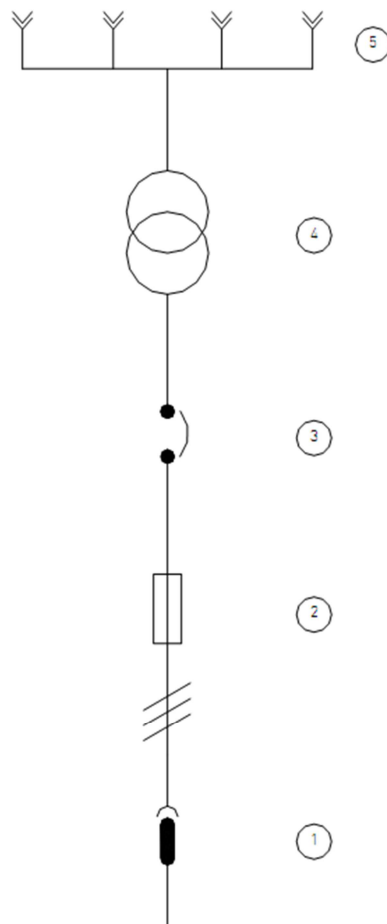
$$P_{\text{comp}} = P_{\text{of}} + 866,4 \times P_c + 1914,77 \times P_v$$

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

#### ANEXO 4: CROQUIS

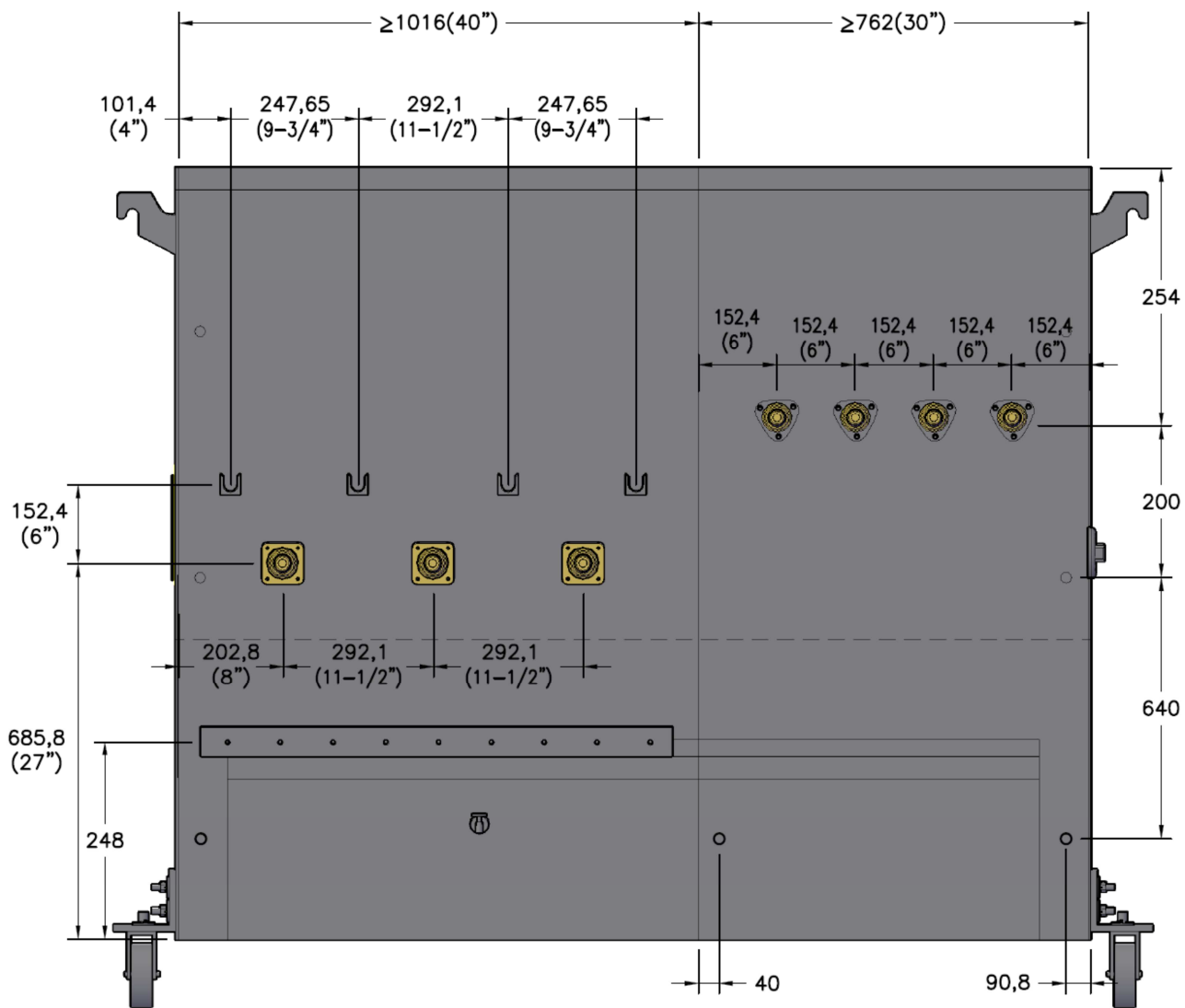
## CROQUIS

Esquema unifilar



POSICION	DESCRIPCION
1	Pasatapas de MT (enchufable en carga apantallado)
2	Fusible de alto poder de ruptura
3	Protección sensible a la temperatura y sobreintensidad
4	Transformador
5	Pasatapas de BT

## ANEXO 5: PLANOS



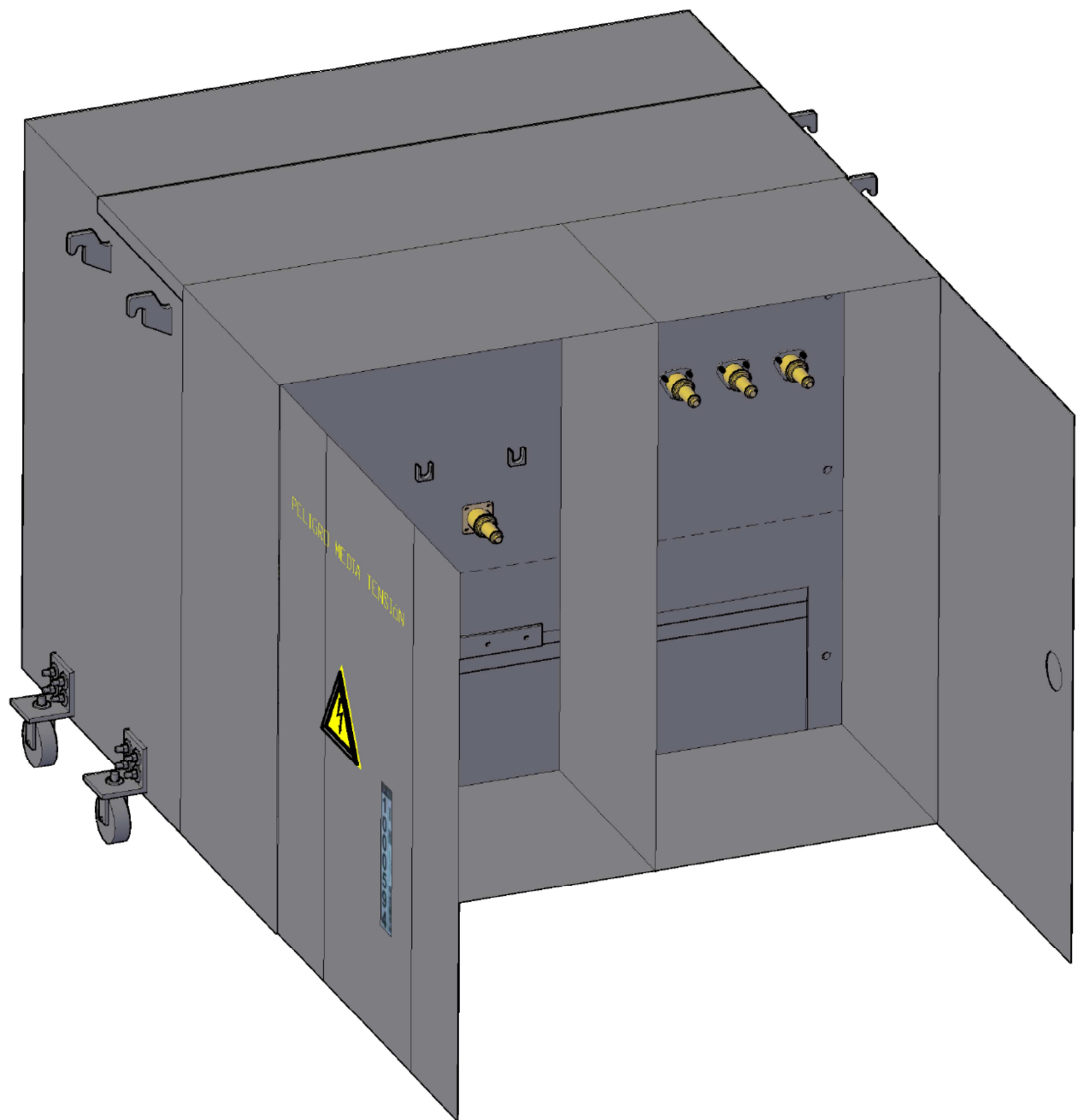
NOTAS: DIMENSIONES EN MILÍMETROS (PULGADAS)



TRANSFORMADOR TRIFÁSICO PADMOUNTED FIN DE LÍNEA  
VISTA FRONTAL

NORMA DE MATERIALES

	FECHA	NOMBRE
Aprobado	NOV 2020	F.J.G.
Revisado	NOV 2020	A.M.R.
CÓDIGO	PM01030101	
REV. 1	HOJA 1/6	




**TRANSFORMADOR TRIFÁSICO PADMOUNTED FIN DE LÍNEA  
VISTA ISOMÉTRICA**

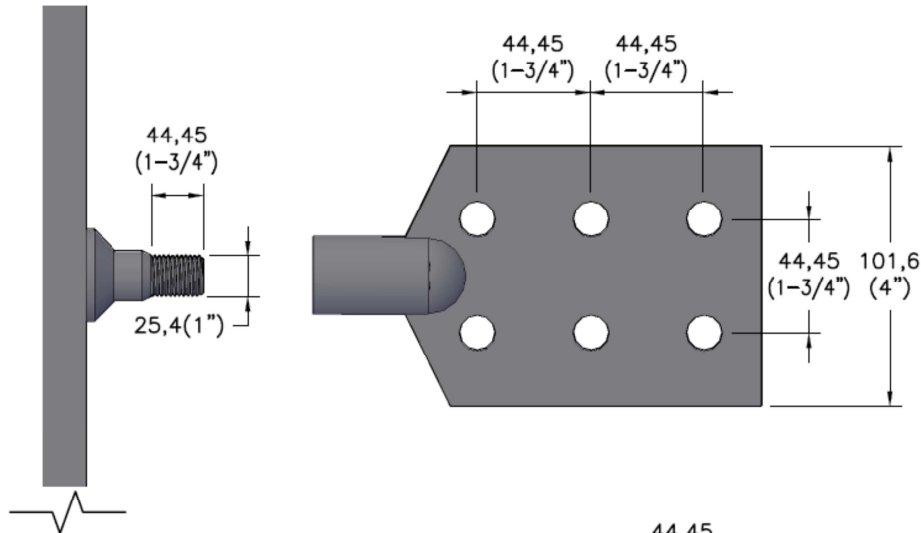
**NORMA DE MATERIALES**

	FECHA	NOMBRE
Aprobado	NOV 2020	F.J.G.
Revisado	NOV 2020	A.M.R.
CÓDIGO	PM01030101	
REV. 1	HOJA 2/6	

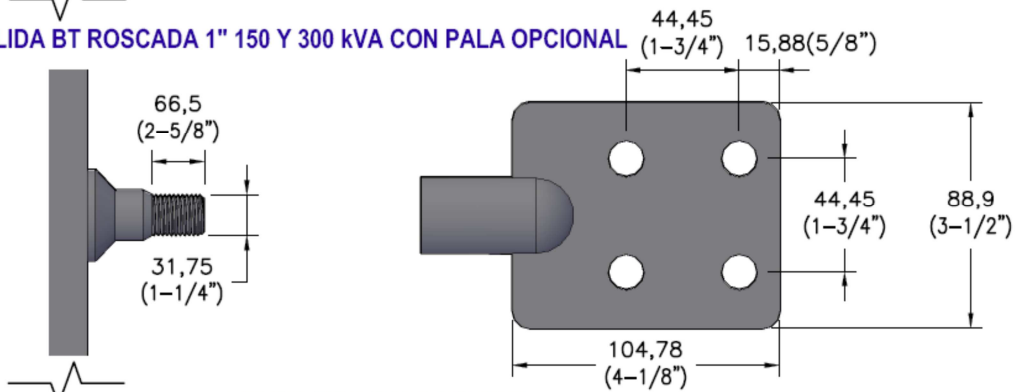


	TRANSFORMADOR TRIFÁSICO PADMOUNTED FIN DE LÍNEA VISTA FRONTAL PUERTAS		FECHA	NOMBRE
		Aprobado	NOV 2020	F.J.G.
	NORMA DE MATERIALES	Revisado	NOV 2020	A.M.R.
		CÓDIGO	PM01030101	
		REV. 1	HOJA 3/6	

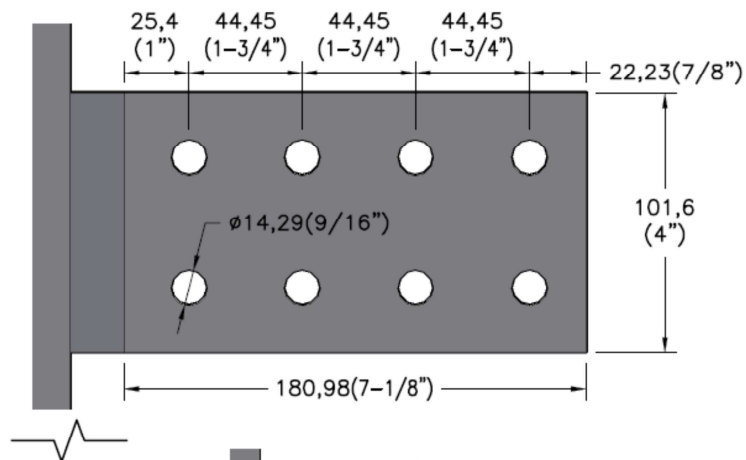
### SALIDA BT ROSCADA 1-1/4" 500 kVA CON PALA OPCIONAL



### 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)

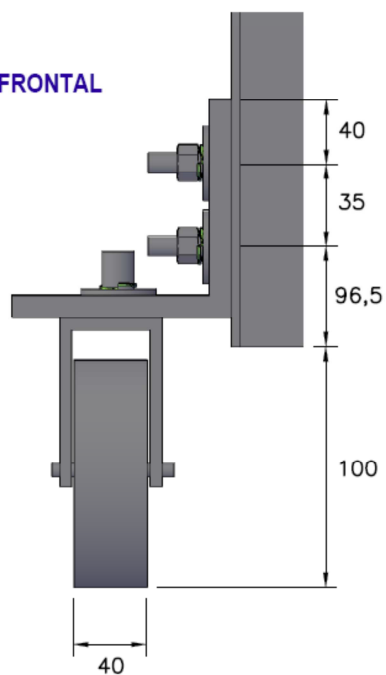


**TRANSFORMADOR TRIFÁSICO PADMOUNTED FIN DE LÍNEA  
DETALLE TERMINALES SECUNDARIOS**

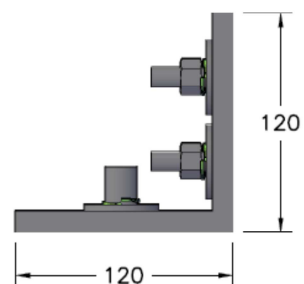
**NORMA DE MATERIALES**

	FECHA	NOMBRE
Aprobado	NOV 2020	F.J.G.
Revisado	NOV 2020	A.M.R.
CÓDIGO	PM01030101	
REV. 1	HOJA 4/6	

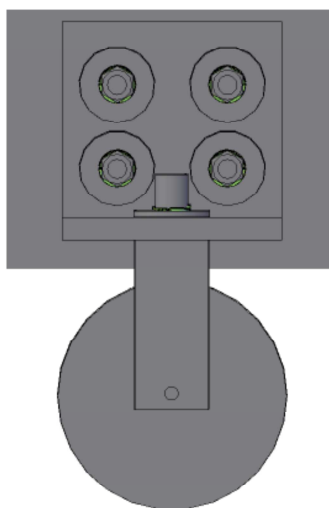
**VISTA FRONTAL**



**VISTA PERFIL**



**VISTA LATERAL**



NOTAS: DIMENSIONES EN MILÍMETROS

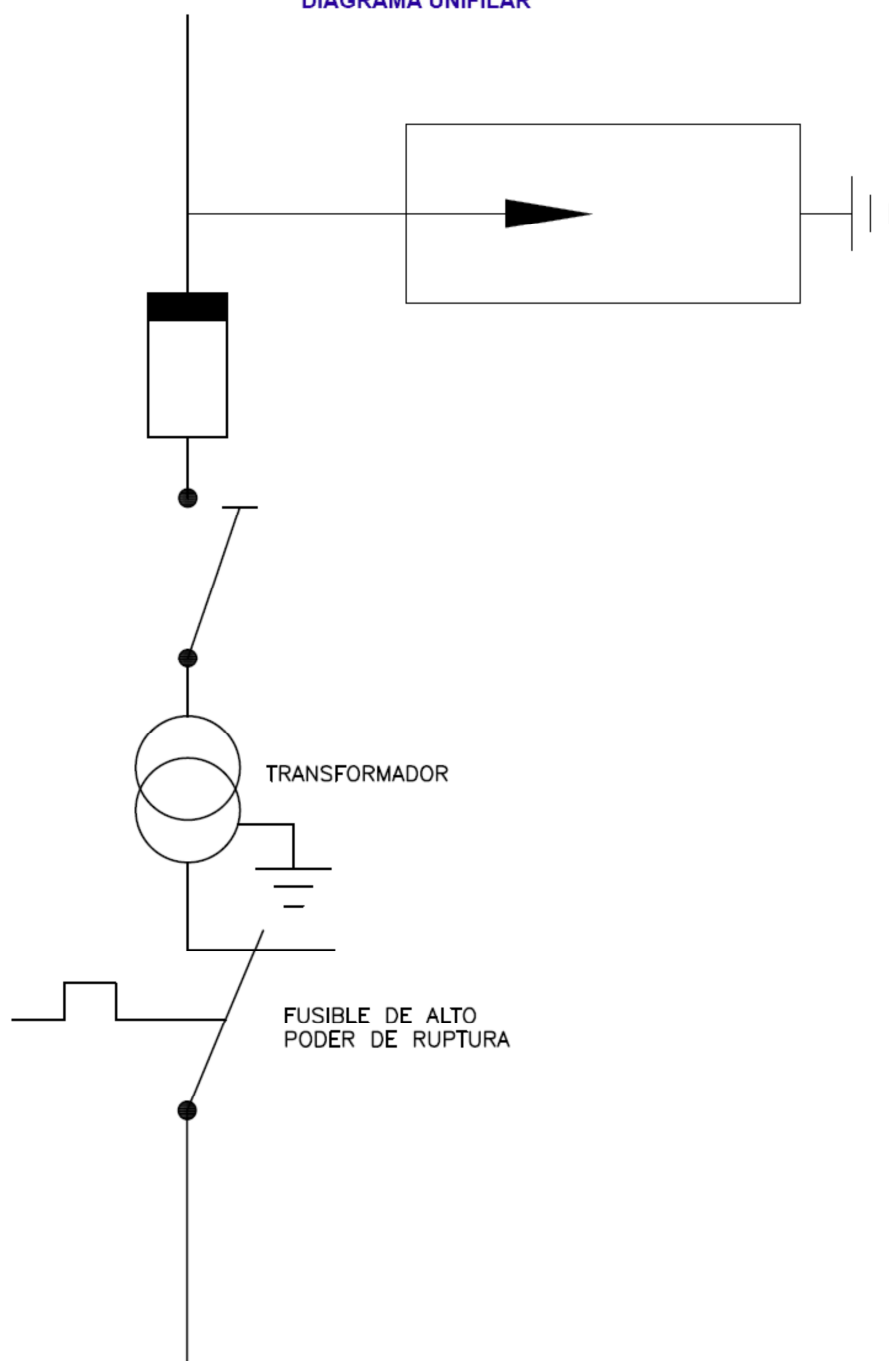


**TRANSFORMADOR TRIFÁSICO PADMOUNTED FIN DE LÍNEA  
DETALLE RUEDAS**

**NORMA DE MATERIALES**

	FECHA	NOMBRE
Aprobado	NOV 2020	F.J.G.
Revisado	NOV 2020	A.M.R.
CÓDIGO	PM01030101	
REV. 1	HOJA 5/6	

# DIAGRAMA UNIFILAR



TRANSFORMADOR TRIFÁSICO PADMOUNTED FIN DE LÍNEA  
DIAGRAMA UNIFILAR

NORMA DE MATERIALES

	FECHA	NOMBRE
Aprobado	NOV 2020	F.J.G.
Revisado	NOV 2020	A.M.R.
CÓDIGO	PM01030101	
REV. 1	HOJA 6/6	