



**ENSA**

Departamento de Normas

Especificación Técnica

**Transformador de Corriente (TC) de Base Plana, para Media Tensión**

<b>Código:</b>	NO.MA.09.02
<b>Fecha de Creación:</b>	19-feb-15
<b>Fecha de Última Actualización:</b>	20-mar-15
<b>Versión:</b>	1.0
<b>Páginas:</b>	1 de 9

**1. OBJETO**

Esta especificación cubre el suministro de transformadores de corriente para las clases de voltaje de 5, 15, 34.5 y 46 kV que serán utilizados en las redes de distribución de energía eléctrica de **ENSA**.

**2. ALCANCE**

Estas especificaciones establecen las características mínimas, requisitos y propiedades, que deben poseer los transformadores de corriente, a ser suministradas a **ENSA** de acuerdo con las mismas.

**3. GENERALIDADES**

3.1 Los transformadores de corriente deberán ser instalados a la intemperie.

3.2 Las siguientes condiciones climáticas deben ser consideradas en la fabricación y diseño:

- Altitud: Arriba del nivel del mar hasta 1,000 m. de altura.
- Clima: Tropical, de alta humedad relativa y cercana al mar.
- Temperatura del aire:
  - Máxima..... 40°C.
  - Mínima..... 10°C.
  - Media en 24 horas... 25°C.
  - Humedad relativa: 85% o más.
  - Velocidad máxima del viento: 100 Km. /h.

El proveedor debe tomar especial cuidado en el esquema de pintura que será empleado en el tratamiento de tropicalización, en el embalaje de todos los materiales y componentes de este suministro, una vez que los mismos estarán sujetos a un largo período de almacenamiento y servicios bajo condiciones tropicales, en ambiente propicios a la formación de moho, hongos, etc.

3.3 Idioma

Todos los documentos emitidos con referencia al equipo a suministrar por el proveedor deben ser editados preferiblemente en el idioma español.

3.4 Unidad de medidas

Debe ser usado el Sistema Métrico Decimal para todas las referencias de suministros, tanto en la descripción técnica y especificaciones, como en los diseños y cualquier documento o datos adicionales. Si por conveniencia fuera utilizado en una determinada situación un valor en cualquier otro sistema de medida, debe también al lado, constar el valor equivalente en el Sistema Métrico Decimal.

3.5 Definiciones

- a) Transformadores de corriente (TC)

Transformador para instrumentos, cuyo embobinado primario es conectado en serie en un circuito eléctrico, y reproduce en su circuito secundario, una corriente proporcional a la de su circuito primario, con su posición fasorial substancialmente mantenida.

b) Razón de corriente tipo Arrollado

Transformador de corriente, cuyo embobinado primario constituido de una o más vueltas, envuelve mecánicamente el núcleo del transformador.

c) Razón de corriente tipo barra

Transformador de corriente, cuyo embobinado primario, es constituido por una barra montada permanentemente a través del núcleo del transformador.

d) Angulo de fase

Angulo de los fasores de corriente secundaria (que sale por el terminal secundario marcado) y el de la corriente primaria (que entra por el terminal primario marcado)

Ese ángulo, convencionalmente designado por la letra griega "beta" ( $\beta$ ), es considerado positivo cuando la corriente secundaria está adelantada en relación a la corriente primaria.

e) Corriente dinámica nominal

Valor de cresta de la corriente primaria que un transformador de corriente es capaz de soportar, durante el primer medio ciclo en el embobinado secundario en cortocircuito, sin daños eléctricos o mecánicos causados por las fuerzas electromagnéticas.

f) Razón Nominal

Razón de la corriente primaria nominal para la corriente secundaria nominal.

g) Clase de Exactitud

Valor mínimo del error, expresado en porcentaje, que podrá ser introducido por el transformador de corriente, en la indicación de un amperímetro, en las condiciones especificadas.

h) Factor de Conexión de la Razón

Factor por el cual debe ser multiplicada la razón nominal de un transformador para instrumentos para obtenerse su razón real.

i) Error de razón porcentual.

Error definido por la expresión:

$$e\% = 100 (RCF - 1)$$

#### 4. NORMAS APLICABLES

---

4.1 El equipo suministrado deberá satisfacer las condiciones exigidas en esta especificación para fines de diseño, materia prima, pruebas y construcción y en los casos omisos, las siguientes normas deberán ser invocadas, siempre que no sean contrarias a la misma.

- **ANSI/IEEE C-57.13-2008:** "IEEE Standard Requirements Instruments Transformers".

- **IEC – 61869-1** (última revisión): "General Requirements for Instrument Transformers".
- **SIS-05.5900/67**: "Swedish Standards Institution pictorial surface preparation Standards for Painting Steel Surfaces".

4.2 Todas las normas referidas arriba pueden ser sustituidas por otras similares, desde que sean aprobadas por **ENSA**.

En este caso, el proveedor deberá adjuntar estas normas con su propuesta.

4.3 Deberán ser adoptadas las definiciones y terminologías establecidas en la norma ANSI/IEEE-C.57.13 en su última versión.

## **5. PROCESO DE FABRICACIÓN**

---

### 5.1 Núcleo

El núcleo deberá ser cuidadosamente montado, con placas siliciosas, aisladas entre sí, sólidamente prensadas por estructura capaz de ofrecer el máximo de solidez.

### 5.2 Embobinados

Los embobinados deberán ser ejecutados con conductores de cobre de alta conductividad eléctrica.

### 5.3 Medio Eléctrico

El núcleo y los embobinados deberán ser impregnados y envueltos en masa aislante (epóxica o similar). A criterio de **ENSA**, el material dieléctrico puede ser aceite aislante mineral pero libre de "PCB", y pueden ser solicitados certificados de pruebas, relativos al aceite aislante.

### 5.4 Terminales

Los terminales de la misma polaridad de los embobinados deberán ser nítidamente identificados por medio de marcas permanentes, que no pueden ser borradas fácilmente por la pintura y suplementadas por el color blanco indeleble.

La letra distinguirá el embobinado al cual pertenece el terminal:

P1-P2: Terminales del embobinado primario;  
S1-S2: Terminales del embobinado secundario;

#### a) Terminales Primarios del CT

Los terminales primarios del transformador de corriente para uso interior, voltaje máximo de operación 15 KV, encapsulados en epóxico o con aceite mineral, deben ser de colores, tipo barra chata, siendo que los de corriente nominal hasta 200 A deben tener las dimensiones de 38 x 9.5 mm.

Los terminales primarios del transformador de corriente para exterior, voltaje de 5, 15, 34.5 o 46 kV, encapsulados en epóxico o con aceite mineral, deben ser de cobre, tipo barra chata, y tener dimensiones de 38 x 12 ± 1 mm., en cobre con tratamiento anticorrosivo.

Los pernos de conexión de los terminales primarios de los transformadores de corriente, con voltaje máximo de operación 5, 15, 34.5 y 46 KV., deberán ser de acero cromatizado, M12 x 35, cabeza sextavada, con dos arandelas planas, una arandela de presión y tuerca.

b) Caja de terminales secundarios (CT para uso externo)

La caja de terminales deberá poseer:

- Sello contra la entrada de agua y polvo.
- Dispositivo para sellado con agujeros de 2 mm.
- Dos agujeros rosqueados para electrodo de diámetro nominal de 20 mm, siendo uno de cada lateral, con tapones.
- Configuración que impide la acumulación de agua.

c) Terminales secundarios del CT

Los terminales secundarios de los transformadores de corriente interior, encapsulados en epóxico, deberán ser constituidos de un perno partido, de acero cromatizado, rosca M5, de longitud de 10 mm. y una arandela lisa de acero cromatizado.

Los terminales secundarios de los transformadores de corriente para exterior, encapsulados en epóxico, deben ser idénticos a los de uso interno, pero con pernos y arandelas en acero inoxidable.

Los terminales secundarios de los transformadores de corriente para exterior, con aceite mineral, deben ser idénticos a los de uso interno, pero con pernos y arandelas en acero inoxidable.

El pasamuro debe poseer configuración de manera que su fijación al material aislante impida su giro. La superficie del pasamuro debe quedar al mínimo 1 mm. en relación a la superficie del material aislante.

## 5.5 Tanque

a) Espesor de las placas

Los tanques de los equipos deben ser fabricados con placas de acero, y sus tapas deben ser diseñadas para evitar que se acumule agua en la superficie de las mismas.

El espesor mínimo de la placa deberá ser:

Cuerpo: 2.14 mm.

Fondo: 3.00 mm.

Tapa: 2.65 mm.

b) Protección contra corrosión

- Todas las partes metálicas, con excepción de las de contacto eléctrico, deben recibir acabado de acuerdo con las condiciones ambientales especificadas por el cliente e indicadas en la norma SIS-05.5900.
- La pintura de base y el acabado deben ser aplicados después de la limpieza indicada, estando las superficies libres de humedad y asperezas, y no presentando señales de oxidación, grasa, aceite o cualquier otro tipo de impureza.
- La pintura utilizada deberá ser resistente a temperaturas elevadas, sin afectar el aceite aislante o ser afectada por el, y deberá tener también espesor mínimo de 60  $\mu\text{m}$ . para superficies externas.

- La pintura de acabado externo debe ser de color gris Munsell N6.5, conforme ASTM-D-1535.

## 5.6 Herrajes

Las placas, pernos, arandelas y tuercas metálicas, externas al transformador deberán ser galvanizados en caliente según la norma ASTM A153.

## 5.7 Material de sello

Los empaques para sello de los pasamuros y tapas deberán ser de elastómeros sintéticos que no contaminen el aceite, ni sufran deformaciones plásticas bajo el efecto del aceite, presión y temperatura.

## 5.8 Pasamuros

Los pasamuros de los transformadores inmersos en líquido aislante deberán ser de porcelana.

## 5.9 Accesorios

Los Transformadores de corriente inmersos en aceite aislante (46 kV) deben tener los siguientes accesorios:

- a) Tanque para llenar con aceite
- b) Dispositivo de puesta a tierra
- c) Ojales de suspensión
- d) Dispositivo para drenaje de aceite (para 46 KV.)
- e) Indicador de nivel de aceite (para 46 KV.)
- f) Dispositivo de alivio de presión (para 46 KV.)

## 5.10 Puesta a tierra del tanque

El CT para uso exterior debe tener un conector de puesta a tierra para cables de sección transversal de 12 mm<sup>2</sup> a 120 mm<sup>2</sup>.

En el CT para uso interior, para la conexión del tanque a tierra, el equipo deberá ser suministrado con un conector de cobre estañado, para cabos de sección de 25 mm<sup>2</sup>.

# **6. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS**

---

## 6.1 Corrientes nominales y razones nominales

Las corrientes primarias y las razones nominales son las especificadas en las tablas 7 y 8 de la norma C57.13-2008. Las razones nominales son basadas en la corriente secundaria nominal de 5A.

Deben ser indicadas las corrientes primarias y las corrientes secundarias nominales en amperios, o la corriente nominal en amperios y la razón nominal.

## 6.2 Factor térmico nominal

El factor térmico es el especificado en la sección 5.2 de la norma C57.13-2008.

## 6.3 Frecuencia Nominal

La frecuencia nominal para el transformador de potencial es de 60 Hz.

#### 6.4 Burden

Los transformadores de corriente deben tener un Burden B-0.1, de acuerdo con la tabla 9 de la norma C57.13-2008.

#### 6.5 Clase de exactitud nominal

Los transformadores de corriente deben ser de exactitud ANSI 0.3 especificada en la tabla 6 de la Norma C57.13-2008. Se considera que un transformador de corriente está dentro de su clase de exactitud nominal en las condiciones especificadas cuando, en estas condiciones, los puntos determinados por los factores de corrección de razón (RCF) y por los ángulos de fase ( $\beta$ ) están dentro de los "paralelogramas de exactitud", conforme esta norma.

#### 6.6 Nivel Básico de Impulso

Los niveles básicos de impulso son los especificados en la tabla 2 de la norma C57.13-2008 representados por los voltajes soportables nominales en baja frecuencia y de impulso atmosférico, respectivamente.

<b>Voltaje Nominal de Operación del Sistema (kV)</b>	<b>BIL (kV)</b>
2.4	45
4.2	60
13.2	110
34.5	200
44	250

#### 6.7 Potencia Terminal Nominal

Los transformadores de corriente deben ser de la clase A (105°C), conforme Tabla 4 de la norma C57.13-2008.

#### 6.8 Líquido aislante

##### a) Rigidez dieléctrica

El valor mínimo de la rigidez dieléctrica de la muestra del líquido aislante, retirada del transformador para instrumentos (sin tratamiento previo) debe ser por lo menos igual a 26 kV por 2.54 mm. (Sección 8.8.2 de la norma C57.13-2008), medido de acuerdo con el método indicado en la norma ANSI/IEEE Std 21-1976.

#### 6.9 Polaridad

Los transformadores de corriente deben tener polaridad substractiva.

## **7. INSPECCION, PRUEBAS Y/O CERTIFICACIONES**

---

### 7.1 Aspectos Generales

- a) Cada lote presentado para su inspección debe ser constituido de unidades de producto de un único tipo, grado, clase, forma de composición, fabricados esencialmente bajo las mismas condiciones y en el mismo período.

- b) Todas las pruebas a que se someta el equipo deberán ser presenciadas por el inspector de **ENSA** y se deberán realizar de acuerdo con las normas recomendadas y de acuerdo con estas especificaciones. Todas las dependencias de la fábrica, donde se están fabricando o realizando las pruebas de los equipos en cuestión, deberán permitir acceso a los inspectores de **ENSA**, en cualquier tiempo o momento que se juzgue necesario. Se deberán propiciar todas las facilidades para este acceso, así como personal calificado a prestar informaciones y ejecutar las pruebas.
- c) El proveedor deberá someter, previamente, a **ENSA** los modelos de los formularios que serán utilizados en las pruebas, en dos vías, una de las cuales será devuelta con la aprobación o la indicación de las alteraciones a introducirse.
- d) Después de cada prueba deberá entregarse al inspector de **ENSA**, una copia de los formularios completados y rubricados por el encargado y por el inspector.
- e) El proveedor deberá avisar al **ENSA**, con suficiente anticipación, sobre las fechas en que el equipo estará en condiciones de ser sometidos a las pruebas de inspección.
- f) Todos los gastos incurridos en la ejecución de las pruebas, referentes al material, al laboratorio, personal, etc., son responsabilidad del proveedor.
- g) La aceptación del pedido por parte de **ENSA**, mediante testimonios de pruebas, o de aprobación de los informes que los sustituyan, no exime al proveedor de su responsabilidad en el suministro del equipo, en total concordancia con la orden de compra o contrato y con estas especificaciones.
- h) De la misma forma, no podrá invalidar o comprometer cualquiera que venga a ser realizada por motivo de material inadecuado, defectuoso o deficiencia del desempeño del equipo.
- i) A no ser en caso de acuerdo previo, y mediante consulta escrita, los plazos de entrega de los equipos no podrán ser ampliados en virtud de las fallas ocurridas en el transcurso de la construcción o en las pruebas.
- j) En tales casos **ENSA**, verificando la imposibilidad del proveedor en mantener el plazo, inicialmente previsto para la entrega del pedido, podrá recurrir a otras fuentes, rescindiendo todas sus obligaciones iniciales, para con el mismo.
- k) Durante la fabricación, deberán ser verificados los siguientes ítems:
  - Tratamiento del tanque de pintura;
  - Calidad de la pintura de fondo y acabado;
  - Espesor y adherencia de la pintura.

## 7.2 Pruebas Eléctricas

### a) Pruebas de rutina

Los transformadores de corriente deberán ser sometidos individualmente a las pruebas abajo indicadas, de acuerdo con la norma ANSI/IEEE C.57.13 - Sección 8.

Las pruebas deberán ser hechas en el siguiente orden:

- Voltaje inducido
- Voltaje aplicado al dieléctrico
- Descargas parciales
- Polaridad
- Exactitud

- Factor de potencia del aislamiento
- Sellado a frío y resistencia mecánica a la presión interna

Para los transformadores de corriente de los grupos 1 y 2, **ENSA** admite los siguientes límites de descargas parciales:

Tipo de Aislamiento	Nivel admisible
Aceite mineral	10 pC
Epóxico	20 pC

#### b) Pruebas de tipo

Son consideradas como pruebas de tipo las siguientes:

- Todas las pruebas especificadas en el ítem a)
- Resistencia de los embobinados
- Corriente de excitación y pérdida en vacío
- Voltaje de cortocircuito y pérdida en carga
- Voltaje soportable nominal de impulso de maniobra
- Voltaje soportable nominal de impulso atmosférico
- Elevación de temperatura
- Corriente térmica nominal
- Corriente dinámica nominal

#### 7.3 Pintura

Deben ser efectuadas las siguientes pruebas:

- Esesor en por lo menos ocho (8) puntos diferentes de la superficie externa del transformador.
- Adherencia, de acuerdo con la SIS-055900-67.

#### 7.4 Galvanizado

Debe ser efectuada, al mínimo, en los herrajes de una unidad de cada lote, de acuerdo con las normas.

### **8. PLANOS DE TALLER Y/O SEÑALIZACIÓN DEL MATERIAL**

El proveedor debe entregar a **ENSA**, con la debida anticipación y para aprobación, los diseños de fabricación de los transformadores de corriente, que se propone suministrar.

#### 8.1 Señalización

En los transformadores de corriente para uso exterior, la placa debe ser de acero inoxidable y para los transformadores de corriente para uso interior, debe ser de aluminio anodizado u otro material no oxidable. Debe ser grabada en alto o bajo relieve, en color negro, con fondo en color natural, y contener, además de los exigidos por ley, las siguientes informaciones identificadas por las abreviaciones a seguir entre paréntesis:

- La expresión (TRANSFORMADOR DE CORRIENTE)
- Nombre del fabricante
- Año de fabricación (AÑO)
- Número de serie (No.)
- Tipo de modelo (TIPO)



- f) Para uso interior o para exterior (USO)
- g) Normas y año de su edición (NORMA/AÑO)
- h) Frecuencia nominal (f) en Hz.
- i) Voltaje máximo del equipo ( $V_{m\acute{a}x.}$ ), en KV
- j) Nivel máximo de aislamiento (BIL\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_), en KV
- k) Factor térmico (Ft)
- l) Corriente Primaria Nominal ( $I_p$ ) en Ampere
- m) Corriente Secundaria ( $I_s$ ) en Ampere
- n) Clase de exactitud y carga asociada (EXACTITUD)
- o) Corriente soportable nominal de corta duración ( $I_t$ ) en múltiplo de  $I_n$ .
- p) Peso total (P total), en kg.
- q) Peso del líquido aislante (ACEITE), en kg., si es aplicable
- r) Espacio en blanco de 10 x 70 mm. para utilización por el usuario
- s) Diagrama de conexión.

Las placas de identificación de los transformadores de corriente deberán presentar leyenda en español gravada en bajo relieve y marcada con tinta indeleble, conteniendo los datos prescritos en la norma.

## **9. MANEJO, EMBALAJE Y TRANSPORTE**

---

9.1 Los transformadores de corriente deben ser acondicionados de manera adecuada, a criterio y bajo responsabilidad del proveedor, de modo que facilite el manejo, el transporte y el almacenaje y para asegurar que durante el transporte no ocurran daños que puedan alterar el desempeño del material, debiendo estar el embalaje de acuerdo con los siguientes requisitos:

- a) Debe ser diseñado con dimensiones proporcionales al tamaño del material, debiendo tener suficiente estructura y resistencia para resistir a un apilamiento hasta una altura de 2 metros.
- b) Debe ser hecha de madera maciza, de forma que resista el almacenaje a la intemperie por un período mínimo de un año, sujeto a humedad, polvo, alta salinidad, etc.
- c) Los embalajes deben llevar externamente las indicaciones siguientes, en letras negras, realizadas con grabación, pintura, etc., que tengan durabilidad a lo largo del tiempo:
  - Nombre o marca del fabricante
  - Tipo de Transformadores
  - Número de serie del fabricante
  - Número del ítem y de la orden de compra de elektra
  - Fecha de fabricación
  - Peso bruto y neto en Kg.

9.2 Cabe al proveedor tomar las medidas adecuadas para garantizar un transporte seguro, en cualesquiera limitaciones que puedan ser encontradas, quedando totalmente responsable por la entrega del material en el punto de destino en condiciones normales de utilización.

## **10. REPUESTOS**

---

- 10.1 El proveedor deberá incluir una lista de piezas de repuestos, consideradas necesarias o convenientes, con los respectivos precios unitarios por ítem.
- 10.2 Para las piezas sujetas a desgaste, deberán ser previstos reposiciones por un período de operación de diez (10) años, y sus precios deben ser considerados dentro de la oferta del proponente.
- 10.3 Las piezas de repuesto deberán ser idénticas, en todos los aspectos, a las correspondientes en el equipo original y deberán estar sujetas a las mismas garantías y pruebas de aceptación.