



ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

**TRANSFORMADOR DE
DISTRIBUCION SECO CON
DEVANADO ENCAPSULADO**

NTCRE 006/08

GERENCIA DE INGENIERÍA

GIR

Marzo / 2024



ÍNDICE

| | | |
|--------|--|----|
| 1. | OBJETIVO | 4 |
| 2. | NORMAS Y DOCUMENTOS COMPLEMENTARIOS | 4 |
| 3. | DEFINICIONES | 4 |
| 4. | CONDICIONES GENERALES | 4 |
| 4.1. | Condiciones de funcionamiento..... | 4 |
| 4.2. | Lugar de instalación | 5 |
| 4.3. | Identificación de los transformadores | 5 |
| 4.4. | Embalaje y transporte..... | 6 |
| 4.5. | Embarque | 6 |
| 4.6. | Información a ser entregada por el proveedor | 6 |
| 4.7. | Presentación de los proyectos | 6 |
| 5. | CONDICIONES ESPECÍFICAS | 7 |
| 5.1. | Fabricación..... | 7 |
| 5.2. | Materiales aislantes..... | 7 |
| 5.3. | Clase de Combustión, Ambiental y Climática | 7 |
| 5.4. | Método de Enfriamiento | 7 |
| 5.5. | Parte activa del transformador | 7 |
| 5.6. | Conexiones..... | 8 |
| 5.7. | Terminales..... | 9 |
| 5.7.1 | Terminales en Media tensión..... | 9 |
| 5.7.2. | Terminales en Baja tensión..... | 9 |
| 5.7.3. | Terminales de aterramiento | 10 |
| 5.8. | Marcado de devanados y terminales | 10 |
| 5.9. | Señal de advertencia de peligro de descarga eléctrica | 10 |
| 5.10. | Placa de identificación | 10 |
| 5.11. | Sistema de Protección Térmica de Bobinado | 11 |
| 5.12. | Medios para suspender el transformador completamente ensamblado..... | 12 |
| 5.13. | Estructura de soporte..... | 12 |
| 5.14. | Sistema de conmutación de tensiones | 12 |
| 5.15. | Accesorios..... | 13 |
| 5.16. | Pintura | 14 |
| 5.17. | Características Eléctricas | 15 |
| 5.18. | Elevación de temperatura..... | 16 |
| 6. | ENSAYOS | 17 |
| 6.1. | Descripción de los ensayos | 17 |
| 6.2. | Ejecución de los ensayos..... | 17 |
| 6.3. | Costos de los ensayos..... | 20 |
| 7. | INSPECCION ACEPTACION Y RECHAZO | 20 |
| 7.1. | Ejecución de los ensayos..... | 20 |
| 7.2. | Formación de la muestra | 21 |
| 7.3. | Aceptación y rechazo para los ensayos de recepción..... | 21 |



| | | |
|------|---|----|
| 8. | GARANTIAS Y RECEPCIONES..... | 22 |
| 8.1. | Garantía de calidad..... | 22 |
| 8.2. | Recepciones..... | 23 |
| 8.3. | Documentación..... | 23 |
| 9. | EVALUACION DE PERDIDAS EN LOS TRANSFORMADORES | 24 |
| 10. | COSTO DE INSPECCION EN FÁBRICA | 25 |
| 11. | PRESENTACION DE LA PROPUESTA | 25 |



1. OBJETIVO

Esta especificación tiene por objeto, brindar todas las características mínimas exigidas para la adquisición de transformadores en Seco con devanado encapsulado para utilizarlos en el Sistema de Distribución de Energía Eléctrica de CRE - Cooperativa Rural de Electrificación.

2. NORMAS Y DOCUMENTOS COMPLEMENTARIOS

IEEE - ANSI C57.12.01 Standard General Requirements for Dry-Type Distribution and Power Transformers Including Those with Solid Cast and/or Resin-Encapsulated Windings

IEC 60076-11:2018 Power transformers - Part 11: Dry-type transformers

ASTM B545, Standard specification for electrodeposited coatings of tin

BS EN 50588-1, Medium voltage transformers 50 Hz, with highest voltage for equipment not exceeding 36 kV - Part 1: General requirements

CISPR/TR 18-2, Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment - Part 2: Methods of measurement and procedure for determining limits

IEC 60076-12, Power transformers - Part 12 - Loading guide for dry-type power transformers IEC 60186, Voltage transformers

IEC 60270, High-voltage test techniques - Partial discharge measurements

IEC 60332-3-10, Tests on electric cables under fire conditions - Part 3-10: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables - Apparatus

IEC 60618, Inductive voltage dividers

IEC 61378-1, Converter transformers - Part 1: Transformers for industrial applications

SS-EN ISO 8501-1, Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Visual assessment of surface cleanliness - Part 1: Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings

3. DEFINICIONES

Para los fines de esta especificación, se adopta la terminología constante de IEC 50 Vocabulario Electrotécnico Internacional, Capítulo 421 para ofertas de transformadores bajo las normas IEC y ANSI C57.12.80 Standard Terminology for Power and Distribution Transformers, para las ofertas bajo normas ANSI.

4. CONDICIONES GENERALES

Para efectos del proyecto, la materia prima, la calidad, la fabricación, las pruebas, la inspección, el embalaje y el transporte de los transformadores secos de distribución se mejorarán para cumplir con los requisitos de esta Especificación, y no contrarios a las siguientes normas en sus últimas revisiones.

4.1. Condiciones de funcionamiento

Los transformadores deben ser proyectados y fabricados para funcionar sin alteraciones de potencia, temperatura y desempeño en las siguientes condiciones:

Altitud hasta 1.000 m.

Temperatura ambiente de +14°C hasta +40°C y media diaria +30°C.

Humedad relativa del aire: hasta 80%.



Presión máxima de viento 700 N/mm²
 Nivel de contaminación muy alta (IV) según IEC/TR 60815
 Radiación solar máxima (wb/m²) 1000

Los transformadores deben ser conectados al sistema de distribución de con las siguientes características:

- 10.5 - 0.400/0.231 KV, aptos para ser conectados a líneas de distribución en media tensión, tetrafilares aislados sin neutro
- 24.9 - 0.400/0.231 KV, aptos para ser conectados a líneas de distribución en media tensión, tetrafilares con neutro aterrado

4.2. Lugar de instalación

El transformador debe ser apto para uso en interiores, dentro de estaciones transformadores de potencia, edificios u otros lugares que cuenten con espacios adecuados y secos, con ventilación y libre de cualquier riesgo de inundación.

Dado que el transformador estará abierto e instalado en un espacio confinado y dimensiones pre establecidas, el equipo debe tener dimensiones compatibles con este ambiente: Adema, el diseño del transformador debe tener en cuenta la generación de calor resultante de la disipación de sus pérdidas en este ambiente, por lo que el aumento de temperatura del devanado no exceda los valores especificados.

4.3. Identificación de los transformadores

Todos los transformadores deben contar con una placa de identificación donde deberá grabarse la información requerida en la norma de referencia. En la placa debe llevar el código QR con los datos técnicos del transformador, del pedido y el código de material de CRE.

El código QR tendrá la siguiente información:

| Descripción | Ejemplo |
|-----------------------------------|--|
| Código CRE | 821 |
| Nombre del equipo | TRANSF 3F 150 KVA SECO 10.5/0.400-0.231 KV |
| Número de serie (del fabricante) | 24678902 |
| Potencia (KVA) | 150 |
| Numero de fases | 3 |
| Tensión primaria (kV) | 10.5 |
| Tensión secundaria (kV) | 0.400-0.231 |
| Corriente Nominal (A) | ----- |
| Grupo de conexión | DYn1 |
| Frecuencia (HZ) | 50 |
| Impedancia (%) | ----- |
| Perdida en vacío (W) | 486 |
| Perdida en carga (W) | 1650 |
| Peso (Kg) | ----- |
| Fabricante | ----- |
| Procedencia | País de procedencia |
| Mes/Año de fabricación | 02/2022 |
| Numero de Pedido CRE | 4510025002 |
| Número del ítem del Pedido de CRE | 10 |



4.4. Embalaje y transporte

Los transformadores deben ser acondicionados apropiadamente para la distancia y condiciones de transporte. El embalaje deberá proteger todo el transformador contra daños de cualquier especie, desde la salida de fábrica hasta la llegada al local de destino y deben ser hechas de modo que la masa y sus dimensiones sean mantenidas dentro de los límites razonables, a fin de facilitar al transporte y almacenamiento, el embalaje no será devuelto al proveedor.

4.5. Embarque

Los transformadores serán liberados para el transporte después de que sean debidamente inspeccionados y ensayados, con el aceite hasta el nivel indicado, con todos los accesorios solicitados, listos para ser puesto en servicio inmediatamente.

4.6. Información a ser entregada por el proveedor

El proveedor, debe llenar los datos y las informaciones solicitadas en el anexo de esta especificación, "HOJAS DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS" que será considerada como Garantía Técnica y prevalecerá sobre lo escrito en cualquier diseño, manual, catálogo o publicación eventual anexadas.

4.7. Presentación de los proyectos

Para la completa apreciación del proyecto, el proveedor debe enviar para cada tipo de equipamiento, los siguientes diseños, con sus respectivas dimensiones:

- A. Planos dimensionales del transformador con vistas frontal, posterior, lateral, superior e inferior, detalles de fijación o ruedas, dimensiones y disposición de los componentes, con leyenda y código, la función y descripción del componente
- B. Placa de identificación con datos, dimensiones y material utilizado
- C. Esquema del panel de conmutación con dimensiones, detalles de sujeción y resultados satisfactorios de los ensayos que cumplen las características técnicas
- D. Diseños detallados del indicador de temperatura, fijación, diagrama eléctrico y manual de mantenimiento, cuando corresponda
- E. Diseño esquematizado en planta y corte del conjunto núcleo-bobinas, indicando el material utilizado y detalles de montaje. Datos constructivos de la bobina número de vueltas primaria secundaria, secciones y geometría de los conductores de BT y MT, geometría de los moldes.
- F. Diagrama de conexiones.
- G. Diseño de conexión en Media Tensión
- H. Diseño de conexión en baja tensión.
- I. Detalles y especificaciones técnicas de los accesorios de los transformadores.
- J. Embalaje

Detallar las desviaciones que tengan los transformadores con esta Especificación Técnica NTCRE 006/08. Caso no presenta las desviaciones el proveedor cumple con las Especificaciones Técnicas.



5. CONDICIONES ESPECÍFICAS

5.1. Fabricación

El diseño de los transformadores en todos sus detalles será de común ejecución para el fabricante, no aceptándose diseños inéditos o adaptaciones improvisados. Los materiales utilizados en la fabricación de los transformadores serán nuevos, de calidad necesaria para cumplir con las normas y de uso común por el fabricante en la producción de los transformadores de características similares a los pedidos. La producción de los transformadores sujetos de este pedido formará parte de una serie de producción rutinaria para el fabricante de tal forma que todas las unidades de un mismo ítem tendrán características iguales con todas sus piezas correspondientes intercambiables.

5.2. Materiales aislantes

Debe ser a base de resina epoxi ciclo alifática con encapsulado al vacío u otra tecnología siempre que haya sido probada y aprobada por CRE y tenga una clase de temperatura mínima F (155 °C), de acuerdo con la IEC-85.

La bobina total debe ser encapsulada con resina epoxi al vacío o por el proceso reforzado con fibras de vidrio, impidiendo la inclusión de burbujas de aire y, en el ensayo de medida de las descargas parciales, deben presentar valores inferiores a 10 pC, según IEC 60076-11. El color de la bobina debe ser la normalizada por el Fabricante, siempre con materiales clase F (155) o más alto.

El material aislante debe tener grado de protección IP00 según ABNT NBR IEC 60529.

5.3. Clase de Combustión, Ambiental y Climática

El transformador debe cumplir con los requisitos establecidos para las clases:

- F1 - combustión;
- E2 - ambiental; y
- C2 - clima.

5.4. Método de Enfriamiento

El método de enfriamiento de un transformador en seco debe de ser del tipo AN.

5.5. Parte activa del transformador

5.5.1. Núcleo

El núcleo debe estar constituido por láminas de acero al silicio de grano orientado, con un envejecimiento máximo del 5%, laminadas en frío, tratadas y aisladas entre sí con material inorgánico, de alta permeabilidad y bajas pérdidas.

Las columnas y el yugo se deben prensar con perfiles de acero y flejes de material aislante. Después de esta operación, el núcleo ensamblado debe ser pintado con pintura dieléctrica clase F (155°C) (60kV/mm), formulada a base de resina alquídica, para brindar protección dieléctrica y anticorrosiva, además de reducir los bajos niveles de ruido.

El núcleo debe estar diseñado y construido de forma que permita su reutilización en caso de mantenimiento, sin necesidad de emplear máquinas o herramientas especiales.

Todas las tuercas de los tornillos utilizados en la construcción del núcleo deben estar provistas de bloqueo mecánico o químico.

El núcleo y su hardware de fijación deben estar conectados a tierra a través de un conector apropiado,



Deben proporcionarse cuñas para desacoplar las vibraciones del núcleo y el devanado, reduciendo el nivel de ruido.

5.5.2. Bobinas de Baja Tensión

Los devanados de baja tensión deben ser de cinta (fleje) o alambre de aluminio o cobre. Las espiras deben ser pegadas entre sí por un aislante, a través de un proceso térmico, garantizando un conjunto compacto, siempre con materiales clase F (155) o superior.

Los devanados de alambre requieren que estén encapsulados, por lo que las bobinas deben tener una excelente resistencia a los esfuerzos térmicos y dinámicos de cortocircuito, así como una completa inmunidad al ambiente atmosférico.

En los devanados de cinta (fleje), los conductores tienen la altura de la bobina, por lo tanto, deben estar aislados por una película impregnada con resina epoxi en la etapa B de polimerización (precurado). Después del bobinado, la bobina debe someterse a un tratamiento térmico, consiguiendo la polimerización completa del aislamiento que une las capas del bobinado, convirtiéndolo en un bloque compacto. Con el objetivo de una mayor resistencia a la humedad, las cabezas de las bobinas también deben rellenarse con resina epoxi.

Los materiales aislantes utilizados en los transformadores deben ser de las clases de temperatura F (155°) o H (180°), según corresponda, y pueden utilizarse por separado o combinados, cuando las temperaturas sean compatibles con la clase de aislamiento.

Debe evitarse el contacto entre el cobre y el aluminio debido a la corrosión galvánica inherente. Para el acoplamiento cobre-aluminio se deben utilizar chapas revestidas, embarrados estañados o pastas anticorrosivas adecuadas para conexiones eléctricas.

5.5.2. Bobinas de Media Tensión

Los devanados de media tensión deben ser de cinta o alambre de aluminio o cobre. Cuando envuelto con cinta, no debe exceder de una vuelta por capa.

El aislamiento utilizado es siempre de una clase térmica al menos igual a la del devanado: F (155°). Se pueden especificar transformadores de clase H (180°).

Deben añadirse refuerzos mecánicos (aislantes pre curados), tanto en el interior como en el exterior, que, tras ser sometidos a un tratamiento térmico, confieren a la bobina a encapsular una gran resistencia a los esfuerzos de cortocircuito.

Después del curado del aislamiento, se deben montar moldes de impregnación sobre las bobinas para que, colocadas al vacío y temperatura en autoclave, se sometan a un proceso de secado y eliminación de la humedad.

Antes de la impregnación, los componentes de la resina deben mezclarse y desgasificarse por completo. Después de secar las bobinas y desgasificar la resina, los moldes deben llenarse y permanecer en la autoclave para el pre curado.

Luego del pre curado, las bobinas deben ser trasladadas a un horno donde se completará el curado en una secuencia de temperaturas controladas para garantizar la eliminación de tensiones internas en el devanado. Después de este paso, las bobinas finalmente se pueden desmoldar, probar una por una y luego liberarlas para ensamblarlas.

5.6. Conexiones

Las conexiones entre los devanados de Media Tensión (MT) se deben realizar mediante barras de cobre aisladas de acuerdo a la clase de tensión a la que se conectan.



No se aceptarán devanados únicamente revestidos externamente en resina.

5.7. Terminales

Los terminales secundarios del transformador deben consistir en barras cobre estañado con perforación estándar NEMA compatible con la corriente nominal del equipo

Cuando sea de aluminio, debe estar estañado o provisto de un cobre estañado para permitir una perfecta conexión galvánica a las terminaciones de cobre de la instalación.

El posicionamiento de los terminales secundarios debe permitir la conexión directa de los cables, entrando en una línea vertical paralela al transformador.

El terminal neutro del devanado de voltaje secundario debe ser idéntico a los terminales secundarios. Los terminales neutros deben estar aislados.

El nivel de aislamiento de los terminales debe ser igual o superior al de los devanados a los que están conectados.

Los terminales deben ser de aleaciones de cobre estañado, para permitir el uso de conductores tanto de cobre como de aluminio, los terminales deben estar estañados con una capa mínima de 8 μm , conductividad mínima del 25% IACS a 20 °C, no puede haber soldaduras o empalmes en los terminales.

Los terminales, ensamblados, deben ser capaces de soportar las pruebas dieléctricas a las que se someten los transformadores.

Los terminales del devanado y las respectivas conexiones en el cuadro de maniobra deben estar claramente identificados mediante una marca compuesta por números y letras, que debe reproducirse fielmente en el esquema de conexiones.

Todo borne de neutro debe estar marcado con la letra correspondiente al devanado y seguido del número cero.

Los terminales de conexión de las pasas tapas de media y baja tensión deben ser suministrados con tornillos M12X40 mm con tuercas y arandelas de seguridad, de aleación de cobre y estañados, y las arandelas de seguridad deben ser de acero inoxidable en cantidad adecuada al tipo de terminal

5.7.1 Terminales en Media tensión

Los terminales primarios deben ser de cobre totalmente estañado de acuerdo con las NBR aplicables, con una capa de estaño con un espesor mínimo de 8 micrómetros para cualquier muestra y 12 micrómetros en promedio de las muestras.

Cada terminal primario debe ser suministrado con tornillo y tuerca hexagonal, arandela plana y de presión, todo en aleación de cobre estañado. La arandela elástica debe ser de bronce fosforoso o bronce de silicio.

5.7.2. Terminales en Baja tensión

Los terminales secundarios deben ser de cobre totalmente estañado, con una capa de estaño con un espesor mínimo de 8 micrómetros para cualquier muestra y 12 micrómetros en el promedio demuestras

Los terminales secundarios deben seguir el estándar NEMA de dos o cuatro orificios, según:



- Hasta 112,5 kVA (incluido) - estándar NEMA de 2 orificios;
- Superior a 150 kVA (incluido) - Estándar NEMA 4 agujeros.

5.7.3. Terminales de aterramiento

Los transformadores deben tener, cerca de la base, un dispositivo de material no ferroso o inoxidable, que permita una fácil puesta a tierra.

Este conector debe ser apto para conectar conductores de cobre o aluminio de 3,2 mm a 10,5 mm de diámetro, fijados mediante tornillo roscado M13 x 1,75 mm, según Dibujo 2.

El transformador debe estar provisto de 2 terminales de tierra que deben ser ubicados diagonalmente opuestos y ubicados en los extremos de la base

5.8. Marcado de devanados y terminales

Los terminales de los devanados y sus conexiones deben estar claramente identificados mediante un marcado, compuesto por números y letras, que debe reproducirse fielmente en el esquema de conexiones.

El marcado de los terminales de media tensión (MT) debe realizarse con tinta blanca, resistente a la humedad y la suciedad, con una altura de carácter de 30 mm.

Los terminales de bobinado deben estar marcados con letras mayúsculas h y x; donde el primero debe reservarse para el devanado de media tensión (MT) y el segundo para el de baja tensión, respectivamente. Dichas letras deben ir acompañadas de los números 0, 1, 2 y 3, de modo que la primera indique el borne neutro mientras que las demás indiquen las tres fases de los dos devanados mencionados.

El terminal H1 debe ubicarse a la derecha del grupo de terminales de media tensión (MT), cuando se observa el transformador desde el lado de MT. Los otros terminales h deben estar en orden numérico, de derecha a izquierda.

Mirando desde el lado BT, el terminal X0 debería estar a la izquierda. Terminales X1, X2 y X3 debe ser más alto que el de X0.

5.9. Señal de advertencia de peligro de descarga eléctrica

Los transformadores deben estar provistos de un elemento visible (placa de advertencia o especial) indicando el peligro.

5.10. Placa de identificación

El formato debe ser A6 (105 x 148 mm),

La placa puede ser de acero inoxidable, con un espesor mínimo de 0,8 mm y debe ubicarse de para permitir una fácil lectura de los datos.

La placa deberá contener, marcada de forma indeleble, al menos la siguiente información:

- a) Las palabras "transformador tipo seco";
- b) Nombre del fabricante y lugar de fabricación;
- c) Número de serie de fabricación;
- d) Mes/año de fabricación;
- e) Designación y fecha de publicación de la norma aplicable;
- f) Tipo (según la clasificación del fabricante);
- g) Número de fases;



- h) Potencia nominal, en kilovoltio amperios (kVA);
- i) Corriente nominal para cada tipo de refrigeración;
- j) Tensión nominal, incluida la tensión de derivación
- k) Clase de temperatura del devanado donde:
 - La primera letra se refiere al devanado de media tensión;
 - La segunda letra se refiere al devanado de baja tensión;
- l) Si hay más devanados, las letras deben ordenarse en la secuencia de devanados (de mayor a menor tensión).
- m) Diagrama de conexión, que contenga todas las tensiones nominales y de derivación y las respectivas corrientes;
- n) Frecuencia nominal, en Hertz (Hz);
- o) diagrama fasorial;
- p) Temperaturas límite de aislamiento y aumento de temperatura de los devanados;
- q) Impedancia de cortocircuito, en porcentaje (temperatura de referencia y potencia base);
- r) Niveles de aislamiento, en kilovoltios (kV);
- s) Grado de protección;
- t) Masa total aproximada, en kilogramos (kg);
- u) Número del manual de instrucciones;
- v) Número de la OCM.
- w) Pérdidas vacío
- x) Pérdidas totales

Se debe indicar la impedancia de cortocircuito para la toma principal, referida a la temperatura de referencia. Para cada impedancia de cortocircuito se deben indicar las respectivas tensiones nominales o de ramal, potencia y frecuencia de referencia.

El diagrama de cableado debe consistir en un esquema representativo de los devanados, mostrando sus conexiones permanentes, así como todas las derivaciones y terminales, con los números o letras indicativos. También debe presentar una Tabla que muestre, por separado, las conexiones de los devanados, con la disposición e identificación de todos los terminales, así como la posición del interruptor para el voltaje nominal y voltajes de derivación. Debe incluir los voltajes expresados en Voltios (V), sin embargo, no es necesario escribir esta unidad.

Cuando algún devanado deba ser puesto a tierra, se debe escribir la letra "T" en el diagrama de cableado al lado de la indicación del respectivo devanado.

La placa debe fijarse mediante remaches de material resistente a la corrosión, en un soporte con base que impida su deformación.

5.11. Sistema de Protección Térmica de Bobinado

Sistema de protección térmica de la marca QUALITROL, MESSKO, TREETECH.

Sistema de protección térmica compuesto por tres sensores, instalados en las bobinas de baja tensión y un relé electrónico basado en microprocesador (función 49) con contactos de alarma/paro, rango de actuación programable, visualización digital de temperatura de las tres fases y tensión de alimentación universal de 24 a 240 Vac /Vdc, y contactos auxiliares para control de ventiladores

El transformador debe estar provisto de una placa de identificación de acero inoxidable resistente a la intemperie, en posición visible, siempre que sea posible en el lado de baja tensión, sistema de protección térmica compuesto por tres sensores, relé electrónico tipo microprocesador (función 49) con contactos de alarma/paro, rango de actuación programable, lectura y monitorización de



temperatura trifásica, tensión de alimentación universal de 24 a 240 Vac/Vdc, y contactos auxiliares para control de ventiladores.

Los sensores deben instalarse en las tres bobinas de BT, en el punto más caliente. El relé debe tener indicación digital de temperatura de las tres bobinas y registro de la última temperatura alto.

Cuando se instala en el transformador, la pantalla debe mirar hacia el lado de BT, fijada por empulgueras. Sin embargo, su dispositivo de fijación debe permitir que la pantalla se gire a 90°, 180° y 270°, sin necesidad de realizar nuevos agujeros.

El ajuste de fábrica debe ser 140°C para alarma y 150°C para parada, con actuación a través de dos contactos normalmente cerrados.

El relé debe estar protegido contra interferencias electromagnéticas, ya que funcionará en una cabina de media tensión.

El relé de temperatura debe venir en caja aparte, con los accesorios necesarios para su montaje. del relé, incluyendo tornillos, tuercas, manual, y cables.

5.12. Medios para suspender el transformador completamente ensamblado

Los transformadores deben tener medios, como manijas, argollas o ganchos, para levantarlos completamente ensamblados; y también debe proporcionar medios para levantar cada bobina.

5.13. Estructura de soporte

Para facilitar el movimiento, se deben prever ojos de tracción en las cuatro caras laterales.

La base del equipo debe ser de acero estructural y equipada con ruedas bidireccionales, aptas para desplazamiento en direcciones ortogonales.

En la construcción de este dispositivo, se deben considerar los siguientes puntos: las ruedas deben permitir el cambio de orientación de 90 a 90 grados, previéndose un pasador central, para fijar la rueda a la base, para facilitar su giro.

Las fijaciones externas de acero (tuercas, arandelas, tornillos y abrazaderas de fijación) deben estar galvanizadas en caliente según ASTM

5.14. Sistema de conmutación de tensiones

Sistema de conmutación de voltaje

El sistema de conmutación debe estar diseñado para funcionar sin tensión, con las siguientes opciones:

- Conmutador de derivaciones;
- Panel de material aislante;
- Panel fundido junto con las bobinas.

Notas:

En todos los casos, deben estar rígidamente fijados para permitir un alojamiento y contacto eficientes en todas las posiciones. En paneles, la conmutación se puede realizar mediante cuchillas o barras.

En caso de opción para cambiador de tomas, el cambio debe ser simultáneo en las fases, con activación posicionada preferentemente cerca de la placa de identificación, en una posición



accesible al operador, indicación externa de posición y equipada con un dispositivo que permita el bloqueo por medio de un candado.

Las posiciones del sistema de conmutación deben estar marcadas en bajo relieve y pintadas con pintura blanca;

El cambiador de tomas debe soportar la misma sobre corriente, debido a un cortocircuito, que el devanado al que está conectado.

Todos los transformadores deberán estar provistos de un sistema de conmutación de tensiones EXTERNO que permita variar en cinco posiciones $\pm 2 \times 2,5 \%$ la tensión nominal del transformador. El transformador deberá mantener la potencia nominal aun en la toma de menor tensión. El sistema de conmutación debe estar ubicado preferentemente en la parte superior del transformador.

El conmutador de derivaciones será del tipo rotativo o deslizante, con mudanza simultánea de fases para operación sin tensión.

Las posiciones del sistema de conmutación deben ser marcadas en alto relieve y pintadas con tinta imborrable, en color contrastante con la base del material donde está siendo aplicada. Para efectuar la conmutación de un punto a otro inmediato, el comando debe girar 15 Grados por lo mínimo.

- El conmutador debe estar conforme las siguientes características técnicas:
- Tensión Aplicada: 50 KV, 1 minuto.
- Tensión de Impulso Atmosférico: 150 KV BIL onda plena, 175 KV onda cortada.
- Choque térmico: - 30° C a + 130 °C
- Resistencia mecánica: 0.3 Kg - mts monofásico y 0.45 kg - mts trifásico de torque operacional.

Deben presentarse los resultados satisfactorios de los ensayos de las características técnicas.

5.15. Accesorios

Accesorios obligatorios y opcionales

| Item | Accesorios normales | Accesorios opcionales |
|--|---------------------|-----------------------|
| Barras terminales para conexiones de devanados de baja y alta tensión | Δ | |
| Panel de conexiones sin carga | Δ | |
| Conector de aterramiento | Δ | |
| Placa de identificación y avisos de advertencia | Δ | |
| Medios de suspensión de la parte activa y involucro , cuando aplicable | Δ | |
| Ruedas bidireccionales | Δ | |
| Sistema de protección térmica (supervisión) de los devanados | Δ | |
| Sistema de ventilación forzada | | Δ |
| Cubículo de protección | | Δ |
| Blindaje electrostática | | Δ |



5.16. Pintura

5.16.1. Esquema de Pintura

El esquema de pintura debe ser igual o superior a la clase de temperatura de los materiales, clase F(155). El esquema de pintura se muestra a continuación, sin embargo, se puede usar otro, siempre que se demuestre que es igual o superior.

5.16.2. Preparación de la superficie del transformador

Las impurezas deben ser removidas por proceso químico o chorreado abrasivo hasta metal casi blanco, norma visual SA 2.½ del SIS-05-5900.

5.16.3. Pintura de las superficies metálicas del transformador

primer anticorrosivo – utilizar una imprimación a base de epoxi poliamida de dos componentes. El primer, rojo óxido con pigmentos de óxido de hierro, fosfato de zinc y cargas inorgánicas, con un espesor mínimo de 80 micrómetros;

acabamiento – aplicación de acabado con resina epoxi. El espesor mínimo de la película seca debe ser de 50 micrómetros, negra o gris;

el esquema de pintura exterior debe tener un espesor mínimo de película seca de 130 micrómetros;

alternativamente, se puede utilizar pintura por proceso electrostático, con pintura en polvo brillante, texturada, híbrida, con un espesor total mínimo de 80 micrómetros,

Todos los tornillos, tuercas, contratuercas, arandelas, bisagras y otros, la aplicación externa se proporcionará en material no ferroso como acero inoxidable, bronce al silicio etc., o en acero galvanizado en caliente (capa media de 100µm y capa mínima de 86µm).



5.17. Características Eléctricas

5.17.1. Frecuencia nominal

La frecuencia nominal es de 50 Hz para los transformadores del sistema 10.5 y 24.9.

5.17.2. Polaridad, desplazamiento angular

Los transformadores trifásicos para uso en sistemas 10.5 y 24.9 KV deben tener desplazamiento angular 30° Dyn1.

5.17.3. Pérdidas en vacío y en carga, corriente de excitación y tensión de Corto Circuito a 75 ° C.

Con las tolerancias establecidas por Norma IEC 76 - 1, parte 1 tabla III o la ANSI C 57.12.00. Los valores máximos individuales de pérdidas no deben pasar los valores garantizados por el fabricante.

5.17.4 Tensión aplicada

Deben soportar los siguientes valores especificados en Tabla I:

TABLA I

| Sistema (KV) | Transformador | Tensión aplicada (KV) | |
|--------------|---------------|-----------------------|----|
| | | MT | BT |
| 10.5 | Trifásico | 34 | 10 |
| 24.9 | Trifásico | 50 | 10 |

5.17.5. Tensión inducida

Deben soportar los siguientes valores especificados en la Tabla II

TABLA II

| Sistema (KV) | Transformador | Tensión inducida (KV) |
|--------------|---------------|-----------------------|
| 10.5 | Trifásico | 34 |
| 24.9 | Trifásico | 50 |

5.17.6 Tensión de Impulso atmosférico

Deben soportar los siguientes valores especificados en la Tabla III a continuación:

TABLA III

| Sistema (KV) | Transformador | BIL (KV) MT |
|--------------|---------------|-------------|
| 10.5 | Trifásico | 95 |
| 24.9 | Trifásico | 125 |

5.17.7. Relación de tensiones

Las relaciones de transformación en todas las derivaciones deben estar entre + - 0.5 %, verificando la polaridad y el grupo de conexión.

**5.17.8. Nivel de tensión de Radio Interferencia**

Los niveles de radio interferencia producidos por los transformadores no deben exceder los valores indicados en la tabla IV.

TABLA IV

| Tensión nominal (KV) | Nivel de Radio Interferencia |
|----------------------|------------------------------|
| 10.5 | 250 μ V |
| 24.9 | 650 μ V |

5.17.9. Nivel de ruido

Los niveles de ruido producidos por los transformadores no deben exceder los valores de la Tabla V.

TABLA V

| Nivel medio de ruido (dB) | Potencia nominal del Transformador (KVA) |
|---------------------------|--|
| 55 | De 101 a 300 |
| 56 | De 301 a 500 |

5.17.10. Corto circuito

El cálculo de soportabilidad de corriente y la máxima temperatura de la bobina debe ser de acuerdo a la norma ANSI C57.12.00 o IEC 76-5.

5.18. Elevación de temperatura

| Temperatura Ambiente Máxima* (°C) | Materiales Aislantes | | Elevación Media de la Bobina Arriba del Ambiente (°C) | Elevación del punto de Más Caliente de la Bobina por Arriba del Ambiente | Temperatura de Referencia para Garantía de Perdidas y Impedancia |
|-----------------------------------|----------------------|------------------|---|--|--|
| | Clase | Temperatura (°C) | | | |
| 40 | F | 155 | 105 | 115 | 115 |
| 45 | H | 180 | 140 | 130 | 115 |



6. ENSAYOS

6.1. Descripción de los ensayos

Descripción de los ensayos: para la comprobación de las características de proyecto, material y mano de obra se practicarán los siguientes ensayos de la Tabla VI:

TABLA VI

| Item | Descripción de los ensayos | Rutina | Recepción |
|------|--|--------|-----------|
| 1 | Inspección general | X | X |
| 2 | Tensión aplicada | X | X |
| 3 | Tensión inducida | X | X |
| 4 | Relación de Transformación | X | X |
| 5 | Polaridad | X | X |
| 6 | Desplazamiento angular o secuencia de fases | X | X |
| 7 | Pérdidas en vacío y corriente de excitación | X | X |
| 8 | Pérdidas en carga y tensión de corto circuito a 75 ° C | X | X |
| 9 | Resistencia eléctrica de los arrollamientos | X | X |
| 10 | Verificación de funcionamiento de accesorios | X | X |
| 11 | Descargas parciales | | X |
| 12 | Tensión soportable de Impulso Atmosférico | | X |
| 13 | Elevación de temperatura | | X |
| 14 | Nivel de ruido | | X |
| 15 | Radio Interferencia | | X |
| 16 | Corto circuito | | X |
| 17 | Pintura espesura de la camada | | X |

6.2. Ejecución de los ensayos

Los ensayos de rutina deberán ser ejecutados en la instalación del fabricante en transformadores completamente montados.

Los ensayos de recepción podrán ser ejecutados en las instalaciones del fabricante o en laboratorios externos de conformidad de CRE, en presencia del inspector de esta empresa.

Durante la ejecución de los ensayos deberán ser observados los siguientes procedimientos:

- a) Los ensayos de recepción Relación de tensiones, Pérdidas en vacío, Pérdidas en carga, Resistencia eléctrica 4, 7, 8, 9, 10 y 11 deberán ser realizados en todas las derivaciones, antes y después del ensayo de corto circuito, en el mismo laboratorio que se realizará el ensayo de cortocircuito.
- b) Si, en el ensayo de pérdidas, en vacío y corriente de excitación, las tensiones de los voltímetros de valor medio y valor eficaz difieren de más de 10 % el fabricante deberá levantar la curva de magnetización del núcleo del transformador y la CRE tomará la decisión final en cuanto a la aceptación.

**6.2.1.- Inspección general**

La inspección general comprende realizar las siguientes inspecciones:

- a) Acabamiento, debe cumplir con los requisitos de los ítems 5.14 de esta Especificación Técnica.
- b) Características de fabricación, debe cumplir con los requisitos del ítem 5.1 de esta Especificación Técnica.
- c) Accesorios, debe cumplir con los requisitos del ítem 5.13 de esta Especificación Técnica.
- d) Identificación, debe cumplir con los requisitos del ítem 4.2 y 5.9.3 de esta Especificación Técnica.
- e) Embalaje, debe cumplir con los requisitos del ítem 4.3 de esta Especificación Técnica.
- f) Verificación dimensional, debe cumplir con los requisitos de los diseños previamente aprobados por la CRE.
- g) Zincado, debe ser verificado el acabado de las piezas galvanizadas y la espesura de la camada de zinc, de acuerdo a la ASTM A 153.
- h) Estañado de los terminales, debe ser verificada la camada mínima de estaño de 8 μm para cada muestra individual y de 12 μm para la media de las muestras, según ASTM B 545.
- i) Verificación de la parte activa.

6.2.2. Tensión Aplicada

Para los transformadores el ensayo debe ser ejecutado conforme a la norma IEC 76 -3 o ANSI C 57.12.90, sobre el nivel de tensión de ensayo especificado en la tabla I del inciso 5.15.4; con frecuencia de 50 Hz para los sistemas 10.5, 24.9 y 34.5 KV con tiempo de aplicación de 1 (un) minuto.

6.2.3. Tensión Inducida

Para los transformadores el ensayo debe ser ejecutado en el tap 1 conforme a la norma IEC 76 -3 o ANSI C 57.12.90, sobre el nivel de tensión de ensayo especificado en la tabla II del inciso 5.15.5.

6.2.4. Tensión soportable de Impulso Atmosférico

El ensayo debe ser ejecutado conforme a la norma ANSI C 57.12.90 inciso 10.4, sobre el nivel de tensión de ensayo especificado en la tabla III del inciso 5.15.6. Los ensayos de impulso atmosférico deben ser hechos con polaridad negativa y con impulsos plenos y cortados

En los transformadores trifásicos deben ser aplicados en cada una de las fases y en las tres derivaciones primarias, escogiendo una derivación diferente para cada una de las fases.

El orden de aplicación de los impulsos es el siguiente:

- a) un impulso pleno normalizado con valor reducido
- b) un impulso pleno normalizado con valor especificado
- c) un impulso cortado con valor reducido;
- d) dos impulsos cortados con valor especificado
- e) dos impulsos plenos normalizados con valor especificado



6.2.5. Relación de tensiones

Este ensayo tiene como objeto verificar la proporción que existe entre la tensión primaria y la tensión secundaria respectivamente, o sea la relación de transformación.

6.2.6. Desplazamiento angular y secuencia de fases

Este ensayo es aplicado solamente para los transformadores trifásicos. Para determinar el desfase angular, levantamos el diagrama fasorial de las tensiones, siendo que para la verificación del mismo utilizamos el osciloscopio y/o el medidor de relación de transformación

6.2.7. Pérdidas en vacío y corriente de excitación

El ensayo debe ser ejecutado en el tap 3 (nominal) conforme descrito en la norma IEC 76 - 1 o ANSI C 57.12.90.

6.2.8. Pérdidas en carga y tensión de corto circuito a 75 ° C

El ensayo debe ser ejecutado en el tap 3 (nominal) conforme descrito en la norma IEC 76 - 1 o ANSI C 57.12.90.

6.2.9. Resistencia eléctrica de los bobinados

El ensayo debe ser ejecutado de en el tap 3 (nominal) acuerdo a la norma IEC 76 - 1 o ANSI C 57.12.90. Este ensayo no es de aceptación o rechazo, es solamente utilizado como referencia para el ensayo de elevación de temperatura.

6.2.10. Elevación de temperatura

El ensayo debe ser ejecutado en el tap 3 (nominal) de acuerdo a la norma IEC 76 - 2 o ANSI C 57.12.90. Constituye falla elevaciones de temperatura de los arrollamientos y del aceite aislante superiores a los límites especificados en el ítem 5.16.

6.2.11. Tensión de radio interferencia

Los ensayos deben realizarse de acuerdo a la norma CISPR 16, ANSI C 57.12.90, constituye falla la identificación de niveles de radio interferencia superiores a los valores indicados en la tabla IV ítem 5.15.8.

6.2.12. Nivel de ruido

Los ensayos deben realizarse de acuerdo a la norma CISPR 16, ANSI C 57.12.90, constituye falla la identificación de niveles de ruido superiores a los especificados en la tabla V ítem 5.15.9.

6.2.13. Corto circuito

El ensayo de capacidad dinámica de soportar corto circuito debe realizarse de acuerdo a la norma IEC 76 -5 o ANSI C 57.12.90. La capacidad térmica de soportar corto circuito debe ser demostrada por cálculo conforme la norma ANSI C 57.12.00 o IEC 76-5.



6.3. Costos de los ensayos

Los costos de los ensayos de rutina (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10) y de recepción (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 20 y 21) en la cantidad solicitada en la Formación de la muestra punto 7.2.2. Correrán por cuenta del proveedor y deberán estar incluidos en los precios de los equipos. Si es que el inspector solicita una mayor cantidad de ensayos a la solicitada en la formación de la muestra punto 7.2.2 los costos de ensayos de recepción correrán por cuenta del comprador. Los costos de ensayo de recepción (14, 15 y 18) correrán por cuenta del comprador siempre y cuando este solicite la realización de los ensayos. El vendedor deberá tener Ensayos de Recepción realizados a Transformadores iguales o similares a los fabricados y podrá presentar los protocolos como ensayos de Tipo. Estos ensayos deben ser cotizados en la oferta en un documento separado.

7. INSPECCION ACEPTACION Y RECHAZO

7.1. Ejecución de los ensayos

Toda tramitación o diligencia que CRE deba realizar en relación con tareas de inspección o cualquier otro tipo de actividad en fábrica, se hará por intermedio del proveedor (contratista), único responsable ante CRE por los productos y/o trabajos suministrados

CRE designará inspectores que la representarán ante el proveedor durante la ejecución de pruebas y ensayos que tuvieran lugar. Los inspectores, en adelante la Inspección, estará conformada por agentes de esta cooperativa y/o miembros de una entidad especializada que CRE Designará oportunamente.

Durante la construcción de los transformadores, la Inspección de CRE podrá inspeccionar las distintas etapas y solicitar muestras de los materiales empleados, sin cargo para CRE para su análisis y/o ensayo.

Para la realización de pruebas y ensayos, el proveedor informará a la CRE el cronograma de inspección para la realización de los ensayos de recepción, por lo menos treinta (30) días antes de la iniciación de la misma; indicando la fecha de las pruebas o ensayos a efectuarse para asignar los inspectores y solicitar la documentación pertinente y también pondrá a disposición de la Inspección, todos los elementos, personal, aparatos e instrumentos adecuados, que sean necesarios.

El proveedor correrá con los costos adicionales que demande la inspección, cuando esta sea postergada en los siguientes casos:

- Incumplimiento del cronograma de inspección de los ensayos de rutina y de recepción.
- Repetición de los ensayos.

La inspección hará las observaciones que corresponda de acuerdo con los requerimientos del presente pliego, mediante actas que deberán ser refrendadas por el proveedor y el fabricante.

El proveedor deberá suministrar a la Inspección fotocopia legalizada de la documentación de certificación de contraste y precinto de todo el instrumental utilizado, otorgado por Laboratorio Reconocido, cuya validez se admite un año (sin perjuicio de realización de nuevo contraste por parte de la Inspección) de todo o parte del instrumental de medición de las instalaciones en la que se estén fabricando los productos a suministrar.

El periodo para la Inspección debe ser dimensionado por el proveedor, de tal forma que este contenido en los plazos de entrega establecidos en la Orden de Compra.

Todos los ensayos de rutina y recepción podrán repetirse al 100 % de los niveles de tensión y corriente de este documento a solo juicio de CRE en los Laboratorios que esta determine, sin cargo



para el proveedor. En todos los casos estos ensayos podrán ser presenciados por un representante del proveedor.

7.2. Formación de la muestra

7.2.1. Para los ensayos de rutina

Los ensayos de rutina 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11 de la Tabla VI inciso 6.1 deben ser efectuados por el fabricante durante la producción y envuelve a todas las unidades del lote.

7.2.2. Para los ensayos de recepción

Para los ensayos de inspección general, Polaridad, Desplazamiento angular o secuencia de fase, Pérdidas en vacío, Pérdidas en carga, Resistencia eléctrica, 1, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 de la tabla VI inciso 6.1 deben ser efectuados sobre la cantidad de unidades que resulte de aplicar la fórmula "raíz cúbica de N", siendo N el número de transformadores correspondientes a cada partida de iguales características constructivas, potencia y tensión. En caso que dicho número resulte fraccionario se tomará el número más próximo.

Para el ensayo de hermeticidad en frío, ítem 10 de la tabla VI, debe ser efectuado sobre la cantidad de unidades que resulte de aplicar la fórmula "2 x raíz cúbica de N" ($2\sqrt[3]{N}$), siendo N el número de transformadores correspondientes a cada lote de iguales características constructivas, potencia y tensión. Además, en este ensayo se verificará el torque de apriete de accesorios (Tapa de cuba, Tapa de abertura de inspección, terminal de bushings, válvula de alivio, cambiador de tap, etc.) garantizados por el fabricante en las especificaciones de diseño.

Los ensayos de tensión aplicada, tensión inducida y Relación de Tensiones; 2, 3 y 4 de la tabla VI inciso 6.1 deben ser efectuados al 100 % del lote. Los ensayos de relación de tensiones 4, deben realizarse además en todas las tomas del conmutador.

Los ensayos Tensión soportable de Impulso 11, de la tabla VI inciso 6.1 deben ser efectuados a (2) unidades de tipo monofásico y a (2) unidades de tipo trifásico.

El ensayo de elevación de temperatura 12 de la tabla VI inciso 6.1 se realizara a (1) unidad del lote.

Los ensayos de nivel de ruido, radio interferencia, corto circuito, pintura, aceite aislante, resistencia a sobre presión interna, hermeticidad a caliente, operación de la válvula de alivio de presión 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20 y 21 de la tabla VI inciso 6.1 deben ser efectuados a (3) tres unidades de cada entrega, seleccionada aleatoriamente de o los lotes sobre inspección de diferentes características constructivas, potencia y tensión.

La formación de la muestra es para cada lote de entrega.

7.3. Aceptación y rechazo para los ensayos de recepción

a) Aceptación

La aceptación del lote por la CRE o su representante, no invalida cualquier posterior reclamación que la CRE pueda hacer debido a transformadores defectuosos y no eximirá al proveedor de su responsabilidad de proveer el material en plena conformidad con la orden de compra o contrato y con esta especificación.

b) Rechazo

El rechazo del lote, en virtud de las fallas constatadas a través de las inspecciones y de los ensayos, de conformidad con la orden de compra, contrato o esta especificación, no exime al fabricante de su responsabilidad en proveer el material en los plazos estipulados.



Si el rechazo volviera impracticable el plazo de entrega de la fecha contractual, o todo indica que el contratado es incapaz de satisfacer los requisitos exigidos, la CRE se reserva el derecho de rescindir todas sus obligaciones y adquirir el material de otra fuente, siendo el proveedor considerado como infractor del contrato y sujeto a penalidades.

7.3.1. Criterios para aceptación y rechazo de los ensayos de recepción

Para los ensayos de inspección general, Relación de tensiones, Polaridad, Desplazamiento angular o secuencia de fase Pérdidas en vacío, Pérdidas en carga, Resistencia eléctrica, Hermeticidad, Tensión soportable de impulso atmosférico 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11 de la tabla VI si uno de los especímenes no cumple el ensayo se hará un segundo muestreo de doble cantidad que el primero. Si de la suma de ambos muestreos, dos o más especímenes no cumplieran con el ensayo, como así también en el primer muestreo fallará más de un espécimen, se procederá al ensayo de la totalidad de la partida, con separación y rechazo de los especímenes fallados.

Para los ensayos de tensión aplicada y tensión inducida 2 y 3 de la tabla VI, las unidades que fallarán serán rechazadas, debiendo ser substituidas por otras que también serán sometidas a ensayos con el mismo criterio de aceptación.

Ensayo de elevación de temperatura, nivel de ruido, radio interferencia, corto circuito, pintura, aceite aislante, resistencia a sobre presión interna, hermeticidad a caliente, operación de la válvula de presión 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 y 21 de la tabla VI, en caso de falla de una unidad de la muestra ensayada, todo el lote está rechazado, sin embargo mediante la presentación por parte del fabricante, de informe técnico indicando las causas de fallas y las medidas tomadas para corregirlas, podrá ser realizado un nuevo ensayo, de esta vez a cinco unidades no siendo permitido ninguna falla o contraprueba.

8. GARANTIAS Y RECEPCIONES

8.1. Garantía de calidad

Los transformadores y todos sus componentes y accesorios serán garantizados durante un período de dos (2) años a contar de la fecha de Recepción Conforme, que tendrá lugar a los treinta (30) días de recibido el material en Almacenes de CRE, y luego de verificar que se encuentra en perfectas condiciones de funcionamiento.

La Recepción Definitiva se opera automáticamente al vencimiento del plazo de garantía de calidad, siempre y cuando el comportamiento de cada unidad haya sido plenamente satisfactorio.

Los transformadores que presentan fallas durante el periodo de garantía, imputables a defectos de fabricación, de materiales, daños de transporte o vicios ocultos serán reemplazados por otros equipos enteramente nuevos.

La notificación sobre los transformadores que presenten fallas, se realizará mediante comunicación escrita al vendedor. Si dentro de los sesenta (60) días corridos de calendario no se hubiera efectuado el reemplazo del transformador dañado, se ejecutará inmediatamente la boleta de garantía de calidad y correcto funcionamiento, por su monto total, manteniéndose la garantía y responsabilidad del Vendedor sobre los demás transformadores que posteriormente resulten con fallas.

Los transformadores retirados del servicio por fallas, serán devueltos al vendedor en los Almacenes de CRE del Parque Industrial.



8.2. Recepciones

8.2.1. Recepción provisional

CRE considerará Recepción Provisional un plazo de treinta (30) días corridos a partir del acopio de la totalidad de la partida en sus Almacenes, acompañada por la totalidad de los protocolos individuales de ensayos, firmados por el fabricante.

La CRE realizará los ensayos de rutina al 100% de los niveles de tensión y corriente de esta Especificación sobre la cantidad de unidad que resulte de aplicar la fórmula raíz cúbica de N, siendo N el número de transformadores correspondientes a cada lote de iguales características constructivas, potencia y tensión. En caso que dicho número resulte fraccionario, se tomará el entero más próximo.

Si uno de los especímenes no cumple los ensayos, se hará un segundo muestreo de doble cantidad que el primero. Si de la suma de ambos muestreos dos o más especímenes no cumplieran con los ensayos, como así también en el primer muestreo fallará más de un espécimen se rechazará el lote.

Los transformadores que presenten fallas deberán ser reemplazados por otros equipos enteramente nuevos.

8.2.2. Recepción Conforme

De no haber ocurrido reclamos vía escrita o por e-mail o el medio que CRE considere oportuno, durante la Recepción provisional, se operará inmediatamente la Recepción Conforme.

De haber ocurrido reclamos durante la Recepción Provisional, la Recepción Conforme operará a partir del momento en que hayan quedado solucionados todos los inconvenientes que dieran lugar a los reclamos mencionados.

8.2.3. Recepción Definitiva

La Recepción Definitiva se opera automáticamente al vencimiento del plazo de garantía de calidad, siempre y cuando el comportamiento de cada unidad haya sido plenamente satisfactorio

8.3. Documentación

El fabricante entregará con cada uno de los transformadores un informe certificado de ensayo, indicando el número de serie del equipo, los ensayos aplicados a esa unidad con sus resultados y el valor de las pérdidas medidas.



9. EVALUACION DE PERDIDAS EN LOS TRANSFORMADORES

Para fines de comparación entre ofertas, los precios de los transformadores técnicamente aceptables serán modificados para incluir el valor capitalizado de las pérdidas en vacío y en carga según la siguiente ecuación:

$$C = (\text{Precio de oferta}) + A (\text{Pérdidas en Vacío}) + B (\text{Pérdidas en carga})$$

Donde:

C = Costo de evaluación que será el costo de comparación entre ofertas

Precio de oferta = Precio del transformador, en las condiciones de esta especificación, expresado en dólares americanos.

Pérdidas en vacío = Nivel de pérdidas garantizadas para la prueba de energización sin carga en voltaje nominal, expresados en vatios.

Pérdidas en carga = Nivel de pérdidas garantizadas para la prueba de tensión en cortocircuito, expresados en vatios.

A = Valor capitalizado de un vatio de pérdidas en vacío = \$US 3.09

B = Valor capitalizado de un vatio de pérdidas en carga = \$US 1.69

| Potencia KVA | Pérdidas (W) | |
|-----------------|--------------|----------|
| | En vacío | En carga |
| 75 | 287 | 1050 |
| 112.5 | 390 | 1350 |
| 150 | 486 | 1650 |
| 225 | 664 | 2250 |
| 300 | 826 | 3000 |
| 315 | 867 | 3150 |
| 400 | 1028 | 3600 |
| 500 | 1219 | 4500 |
| 750 | 1660 | 6000 |
| 1000 | 2068 | 7000 |



10. COSTO DE INSPECCION EN FÁBRICA

Los costos de inspección en Fábrica para realizar los ensayos de recepción correrán por cuenta del proveedor y deberán ser presentados en la oferta económica de forma separada, teniendo los siguientes costos:

- Pasaje aéreo de ida y vuelta para dos personas, con los impuestos y tasas aeroportuarios incluidos; desde Santa Cruz de la Sierra - Bolivia hasta el lugar de ubicación de la fábrica o a la ciudad con aeropuerto internacional más cercana.
- El transporte del aeropuerto más cercano hasta el hotel y viceversa.
- Seguro de viaje (tipo Assist Card o equivalente) para los inspectores según los días que se encuentren viajando desde el día de salida y hasta la llegada a Santa Cruz.
- Transporte terrestre, del hotel hasta la fábrica, ida y vuelta, los días que dure la inspección.
- Hospedaje para dos personas por los días acordados según cronograma de inspección en un hotel con clasificación mínimo de 3 estrellas. Habitaciones separadas.
- Viáticos para dos personas por los días acordados según cronograma de inspección, a ser entregados a los inspectores en Santa Cruz-Bolivia, por el representante o como se acuerde antes de realizar el viaje a fábrica

América Latina \$us 120, Europa \$us 180, Asia \$us 240, o en moneda local al tipo de cambio oficial, por persona.

Para una cantidad menor o igual a 50 transformadores, la inspección es realizada por un inspector, debiendo contar con los mismos gastos indicados.

Estos costos serán prorrateados en el monto total de adjudicación de los transformadores y serán parte de la evaluación económica.

Cada oferente deberá incluir en su propuesta una copia del diseño completo del Transformador de Distribución Seco de acuerdo con la norma CRE que contenga la siguiente información:

11. PRESENTACION DE LA PROPUESTA

Lista de dibujos incluyendo número/página y título;

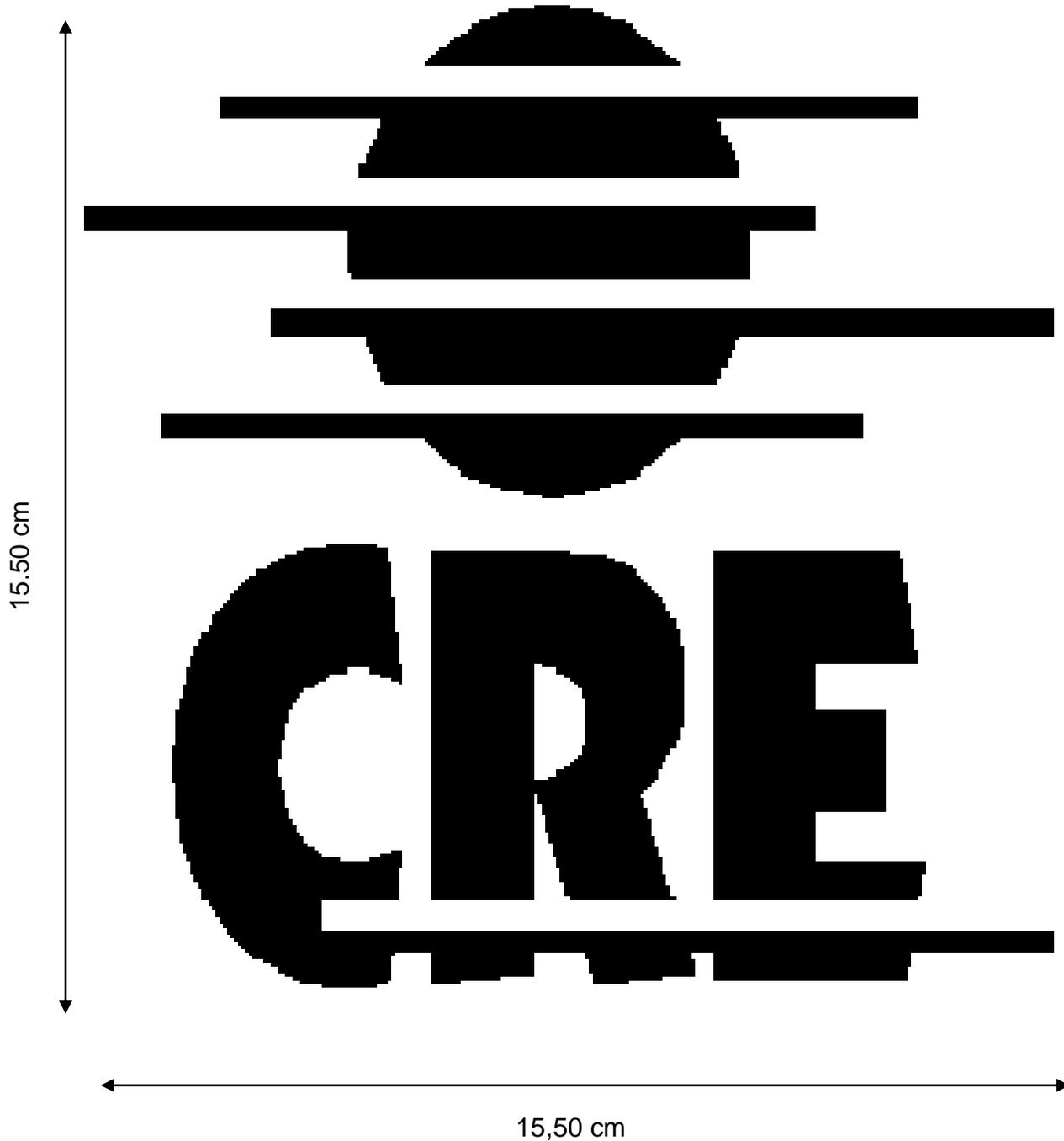
- A. dibujos dimensionales del transformador con la parte delantera, trasera, lateral, superior y fondo, detalles de fijación o ruedas, dimensiones y disposición de los componentes, con leyenda y código, la función y descripción del componente;
- B. planos de detalle de los terminales de alta y baja tensión, del cuadro de maniobras de tensión, de los conectores de puesta a tierra, con todas las dimensiones necesarias para el montaje o sustitución de estos componentes;
- C. dibujos detallados del indicador de temperatura, fijación, diagrama eléctrico y manual mantenimiento, cuando corresponda;
- D. diseño de la placa de identificación;
- E. dibujo necesario para montar, operar y reparar el equipo, si es necesario;
- F. diseño de empaque;
- G. ficha técnica que describa las características eléctricas y constructivas del transformador;
- H. esquema detallado de tratamiento superficial, acabado y pintura del equipo.



- I. manual de instrucciones técnicas y de mantenimiento. Los planos deben presentar las dimensiones y respectivas tolerancias garantizadas.
- J. esquema detallado de los proyectos de tratamiento, acabado y pintura de equipos;
- K. informes de pruebas realizadas en unidades prototipo de un tipo similar.



ANEXO 1





Cooperativa Rural de Electrificación

TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN SECO CON DEVANADO ENCAPSULADO

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA NTCRE 006/08

HOJA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

FORMULARIO B-1

FABRICANTE:

TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION _____ FASICO

POTENCIA NOMINAL : _____ KVA

INSTALACION : _____

TENSIONES PRIMARIAS : _____

TENSIONES SECUNDARIAS: _____

HOJA Nº 1

DESCRIPCION

PROPUESTA

MARCA DEL TRANSFORMADOR

MODELO O TIPO DEL FABRICANTE

NORMA

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--|---|---------------------------------------|--------------|----|-----|-----|----|--------------|-----|--|--|--|
| DISEÑO | Vistas principales del transformador mostrando la localización de los componentes y accesorios, dimensiones, distancias y el peso total de la unidad | | Diseño N° | | | | | | | | | | |
| | Placa de identificación, con dimensiones y material utilizado | | Diseño N° | | | | | | | | | | |
| | Conmutador externo con dimensiones, detalles de fijación y características técnicas | | Diseño N° | | | | | | | | | | |
| | Diseño esquematizando en planta el corte del conjunto núcleo-embobinado, indicando el material utilizado y detalles | | Diseño N° | | | | | | | | | | |
| | Diagrama de conexiones | | Diseño N° | | | | | | | | | | |
| | Bushing de Alta y Baja tensión | | Diseño N° | | | | | | | | | | |
| | Detalles de los accesorios de los transformadores | | Diseño N° | | | | | | | | | | |
| | Embalaje | | Diseño N° | | | | | | | | | | |
| CARACTERÍSTICAS ELECTRICAS | Frecuencia Hz | | | | | | | | | | | | |
| | Tensiones nominales primarias / secundarias (V) | | | | | | | | | | | | |
| | Grupo de conexión, desplazamiento angular / polaridad | | | | | | | | | | | | |
| | Tensión máxima de operación (V) | | | | | | | | | | | | |
| | Nivel de aislamiento (KV) | Tensión soportable Nominal | Onda plena (Valor de Cresta) | Alta tensión | | | | | Baja tensión | | | | |
| | | | Onda plena reducida (Valor de cresta) | | | | | | | | | | |
| | | Tensión soportable nominal a frecuencia industrial durante 1 minuto al valor eficaz RMS | | | | | | | | | | | |
| | Tensión inducida al valor eficaz RMS | | | | | | | | | | | | |
| | Elevación temp. C° | De embobinados | | | | | | | | | | | |
| | | Del aceite aislante | | | | | | | | | | | |
| | Pérdidas (W) | En vacío, en la derivación nominal | | | | | | | | | | | |
| | | En carga, en la derivación nominal a 75 ° C | | | | | | | | | | | |
| | Corriente de excitación, en la derivación nominal (%) | | | | | | | | | | | | |
| | Impedancia a 75 ° C % | | | | | | | | | | | | |
| | Tensión de corto circuito a 75°C % en base de _____ KVA, en relación _____ / _____ KV | | | | | | | | | | | | |
| | Nivel de Radio Interferencia (µV) / Tensión de ensayo (V) | | | | | | | | | | | | |
| | Nivel de ruido (dB) | | | | | | | | | | | | |
| | Resistencia eléctrica de bobinas primaria / secundaria (ohm) | | | | | | | | | | | | |
| | Regulación (%) | Factor de potencia de carga igual a 0.8 a 75° C | | | | | | | | | | | |
| | | Factor de potencia de carga igual a 1 a 75° C | | | | | | | | | | | |
| Rendimiento (%) | Factor de potencia de carga | | 0.8 | | | | 1.0 | | | | | | |
| | % de la potencia nominal | | 25 | 50 | 75 | 100 | 25 | 50 | 75 | 100 | | | |
| Rendimiento | | | | | | | | | | | | | |

SUBGERENCIA DE REDES ELECTRICAS

03/2024 Rev. No. 1

HOJA Nro. 28 de 29



Cooperativa Rural de Electrificación

**TRANSFORMADOR DE
DISTRIBUCIÓN SECO CON
DEVANADO ENCAPSULADO**

**ESPECIFICACIÓN
TÉCNICA
NTCRE 006/08**

HOJA DE CARACTERISTICAS TECNICAS

FORMULARIO B-1

FABRICANTE:

TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION _____ FASICO

POTENCIA NOMINAL : _____ KVA

TENSIONES PRIMARIAS : _____

INSTALACION : _____

TENSIONES SECUNDARIAS: _____

**HOJA
Nº 2**

| | | DESCRIPCION | PROPUESTA |
|---------------------------------|-----------------------------------|--|--------------------------------|
| CARACTERISTICAS TECNICAS | Núcleo | Tipo / Peso (Kg) | |
| | Bobina | Material (Cobre o Aluminio) | BT = MT = |
| | Bushing | Media Tensión (KV) | |
| | | Baja Tensión (KV) | |
| | Accesorios | Seccionador apertura/cierre MT | |
| | | Dispositivo de aterramiento | |
| | | Dispositivos de suspensión | |
| | | Estructura de apoyo | |
| | | Valvula de alivio de presión (Características Técnicas) | |
| | | Indicador de nivel de aceite interno | |
| | | Conmutador Externo (Características Técnicas) Posiciones 5 + - 2 x 2.5 % | |
| | Marca y tipo | | |
| | Aceite | Volumen litros | |
| | Aislante | Espesor/color | |
| | Pintura | Inter | Tinta del fondo/espesor |
| Ext. | | Espesor/color | |
| | | | |
| | Masa total del transformador (Kg) | | |
| Ensayo valores garantizados | | Hermeticidad a frío (valor duración) | |
| | | Resistencia sobre presión (Valor duración) | |
| | | Hermeticidad a caliente (valor duración) | |
| | Corto | Corriente aplicada/tiempo | |
| | Circuito | Máxima temperatura | |

Lugar y Fecha

Firma y sello