

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN SUMERGIDO EN ACEITE



| CONTROL DE CAMBIOS | | | | | | | | |
|--------------------|----|------|---|---|----------------------|---------------------|----|------|
| Fecha | | | Elaboró (revisó) | Aprobó | Descripción | Entrada en vigencia | | |
| DD | MM | AA | | | | DD | MM | AA |
| 01 | 01 | 2017 | Unidad CET Normalización y Especificaciones | Unidad CET Normalización y Especificaciones | Creación de la norma | 01 | 01 | 2017 |

| | | | |
|--|---|--------------------------------|---------------------------|
| ENERGÍA | TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN | ET-TD-ME06-01 | REV. 0 |
| | TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN SUMERGIDO EN ACEITE | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E |
| | | APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&E | FECHA: 2017/01/01 |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES | | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: UN |
| | | | PÁGINA: 1 de 32 |

CONTENIDO

| | | |
|----------|---|----|
| 1. | OBJETIVO..... | 5 |
| 2. | ALCANCE | 5 |
| 3. | DOCUMENTOS DE REFERENCIA..... | 8 |
| 4. | GENERALIDADES | 9 |
| 4.1 | DEFINICIONES | 9 |
| 4.2 | CONDICIONES DE SERVICIO | 11 |
| 5. | REQUISITOS TÉCNICOS | 11 |
| 5.1 | REQUISITOS GENERALES | 11 |
| 5.1.1 | POTENCIAS NOMINALES..... | 11 |
| 5.1.2 | TENSIONES NOMINALES..... | 11 |
| 5.1.3 | ACCESORIOS | 12 |
| 5.1.3.1 | CONMUTADOR DE DERIVACIONES (TAP):..... | 12 |
| 5.1.3.2 | DISPOSITIVO SOPORTE PARA DPS | 12 |
| 5.1.3.3 | TRANSFORMADORES DE CORRIENTE..... | 12 |
| 5.1.4 | PINTURA..... | 14 |
| 5.1.5 | NIVELES DE RUIDO..... | 14 |
| 5.1.6 | TERMINALES DE BAJA TENSIÓN..... | 14 |
| 5.1.7 | MATERIAL DEL TANQUE DEL TRANSFORMADOR..... | 14 |
| 5.1.8 | FRENTE MUERTO SECUNDARIO..... | 15 |
| 5.1.9 | TRANSFORMADORES NÚCLEO AMORFO..... | 15 |
| 5.1.10 | REFRIGERACIÓN | 15 |
| 5.1.10.1 | PRUEBAS PCB'S | 16 |
| 5.1.10.2 | NORMATIVIDAD AMBIENTAL | 16 |
| 5.2 | REQUISITOS ESPECÍFICOS | 17 |
| 5.2.1 | TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS..... | 17 |
| 5.2.1.1 | INDICADOR INTERNO DEL NIVEL DEL LÍQUIDO REFRIGERANTE | 17 |
| 5.2.1.2 | CORRIENTE SIN CARGA, PÉRDIDAS Y TENSIÓN DE CORTOCIRCUITO..... | 17 |
| 5.2.1.3 | TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS AUTOPROTEGIDOS..... | 18 |
| 5.2.1.4 | TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS TIPO PEDESTAL..... | 19 |
| 5.2.2 | TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS | 19 |

| | | | |
|---|--|-----------------------------------|---|
| ENERGÍA | TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN | ET-TD-ME06-01 | REV. 0 |
|  | TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN SUMERGIDO EN ACEITE | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E |
| | | APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&E | FECHA: 2017/01/01 |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES |  | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: UN PÁGINA: 2 de 32 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 5.2.2.1 | INDICADOR EXTERNO DEL NIVEL DEL LÍQUIDO REFRIGERANTE | 20 |
| 5.2.2.2 | CORRIENTE SIN CARGA, PÉRDIDAS Y TENSIÓN DE CORTOCIRCUITO..... | 20 |
| 5.2.2.3 | TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS TIPO PEDESTAL | 21 |
| 5.2.2.3.1 | TERMINALES DE BAJA TENSIÓN | 21 |
| 5.2.2.3.2 | COMPARTIMIENTO DE ALTA Y BAJA TENSIÓN..... | 21 |
| 5.2.2.4 | TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS OCASIONALMENTE SUMERGIBLES Y SUMERGIBLES..... | 22 |
| 5.2.2.4.1 | ACCESORIOS PRINCIPALES | 22 |
| 6. | ENSAYOS Y PRUEBAS..... | 23 |
| 6.1 | PRUEBAS TIPO | 23 |
| 6.2 | PRUEBAS DE RUTINA | 24 |
| 6.3 | PRUEBAS ESPECIALES | 24 |
| 6.4 | PRUEBAS DE RECEPCIÓN | 24 |
| 7. | ROTULADO Y SEÑALIZACIÓN..... | 25 |
| 8. | EMPAQUE Y TRANSPORTE..... | 25 |
| 8.1 | EMPAQUE | 25 |
| 8.2 | TRANSPORTE | 25 |
| 9. | CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO..... | 26 |
| 10. | CUADROS DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GARANTIZADAS | 26 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ENERGÍA | TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN | ET-TD-ME06-01 | REV. 0 |
|  | TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN SUMERGIDO EN ACEITE | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E |
| | | APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&E | FECHA: 2017/01/01 |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES | |  ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: UN PÁGINA: 3 de 32 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Listado de ítems especificados..... | 5 |
| Tabla 2. Listado de Normas aplicables..... | 9 |
| Tabla 3. Potencias nominales para transformadores de distribución del grupo EPM..... | 11 |
| Tabla 4 Tensiones nominales para transformadores de distribución del grupo EPM..... | 12 |
| Tabla 5 Niveles de ruido audible. | 14 |
| Tabla 6 Herrajes para los terminales secundarios en los transformadores..... | 14 |
| Tabla 7 Valores máximos permisibles de corriente sin carga (I_0), pérdidas sin carga (P_0), pérdidas con carga (P_c) a 85°C y tensión de cortocircuito a 85°C (U_z) para transformadores monofásicos con tensiones primarias de 13200 V, 11400 V, 7620 V y 4160 V y con potencia de 3KVA a 75 kVA..... | 17 |
| Tabla 8 Valores máximos permisibles de corriente sin carga (I_0), pérdidas sin carga (P_0), pérdidas con carga (P_c) a 85°C y tensión de cortocircuito a 85°C (U_z) para transformadores monofásicos con tensión primaria de 34500 V con potencias de 25 KVA a 75 kVA..... | 18 |
| Tabla 9 Valores máximos permisibles de corriente sin carga (I_0), pérdidas sin carga (P_0), pérdidas con carga (P_c) a 85°C y tensión de cortocircuito a 85°C (U_z) para transformadores trifásicos con tensión primaria de 4160 V, 11400 V y 13200 V con potencias de 15 kVA A 630 kVA..... | 20 |
| Tabla 10 Valores máximos permisibles de corriente sin carga (I_0), pérdidas sin carga (P_0), pérdidas con carga (P_c) a 85°C y tensión de cortocircuito a 85°C (U_z) para transformadores trifásicos con tensión primaria de 34500 V con potencias de 75 kVA a 630 kVA..... | 20 |
| Tabla 11 Restricciones en las dimensiones generales..... | 22 |
| Tabla 12 Plan de muestreo para pruebas de recepción..... | 26 |
| Tabla 13 Características técnicas garantizadas para transformadores convencionales..... | 27 |
| Tabla 14 Información técnica de los transformadores convencionales..... | 28 |
| Tabla 15 Características técnicas garantizadas para transformadores monofásicos autoprotegidos..... | 28 |
| Tabla 16 Información técnica de los transformadores autoprotegidos..... | 29 |
| Tabla 17 Características técnicas garantizadas para transformadores tipo pedestal..... | 29 |
| Tabla 18 Información técnica de los transformadores pedestales..... | 30 |
| Tabla 19 Características técnicas garantizadas para transformadores trifásicos ocasionalmente sumergibles y sumergibles..... | 31 |
| Tabla 20 Información técnica de los transformadores sumergibles y semisumergibles..... | 31 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 Diagrama de conexión de los transformadores de corriente en transformadores de distribución monofásicos..... | 12 |
| Figura 2 Diagrama de conexión de los transformadores de corriente en transformadores de distribución monofásicos..... | 13 |
| Figura 3 Montaje de transformador convencional con frente muerto secundario..... | 15 |
| Figura 4 Diagrama de esquema de protección con interruptor en baja tensión..... | 18 |

| | | | |
|---|--|-----------------------------------|---|
| ENERGÍA | TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN | ET-TD-ME06-01 | REV. 0 |
|  | TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN SUMERGIDO EN ACEITE | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E |
| | | APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&E | FECHA: 2017/01/01 |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES |  | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: UN PÁGINA: 4 de 32 |

1. OBJETIVO

Estas especificaciones establecen las características y requerimientos detallados para el diseño, fabricación, pruebas en fábrica, suministro y entrega de transformadores de distribución sumergidos en aceite a ser instalados en el sistema de distribución de energía del Grupo EPM.

2. ALCANCE

Estas especificaciones deben ser aplicadas como lineamientos técnicos de los transformadores de distribución sumergidos en aceite, requeridos en los procesos de compras, adquiridos tanto para el sistema de distribución de energía del Grupo EPM como para las obras de infraestructura eléctrica que se realicen por contratistas o por particulares.

Los transformadores de distribución especificados se encuentran relacionados en la siguiente tabla:

Tabla 1 Listado de ítems especificados

| CÓDIGO | DESCRIPTOR GENERAL |
|--------|---|
| 200206 | TRANSFORMADOR 1F 50KVA 4160V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE MINERAL |
| 200218 | TRANSFORMADOR 3F 30KVA 4160V 220-127V CONVENCIONAL ACEITE MINERAL |
| 200227 | TRANSFORMADOR 3F 112.5KVA 4160V 220-127V CONVENCIONAL ACEITE MINERAL |
| 200235 | TRANSFORMADOR 3F 160KVA 4160V 220-127V CONVENCIONAL ACEITE MINERAL |
| 200216 | TRANSFORMADOR 1F 167KVA 6900V 7620V CONVENCIONAL ACEITE MINERAL |
| 200173 | TRANSFORMADOR 1F 0.5KVA 7620V 120V CONVENCIONAL ACEITE MINERAL |
| 200174 | TRANSFORMADOR 1F 3KVA 7620V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE MINERAL |
| 200176 | TRANSFORMADOR 1F 5KVA 7620V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE MINERAL |
| 200181 | TRANSFORMADOR 1F 10KVA 7620V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE MINERAL |
| 200188 | TRANSFORMADOR 1F 15KVA 7620V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE MINERAL |
| 200194 | TRANSFORMADOR 1F 25KVA 7620V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE MINERAL |
| 200202 | TRANSFORMADOR 1F 37.5KVA 7620V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE MINERAL |
| 200207 | TRANSFORMADOR 1F 50KVA 7620V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE MINERAL |
| 200211 | TRANSFORMADOR 1F 75KVA 7620V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE MINERAL |
| 217340 | TRANSFORMADOR 1F 0.5KVA 7620V 120V CONVENCIONAL ACEITE VEGETAL |
| 217341 | TRANSFORMADOR 1F 3KVA 7620V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE VEGETAL |
| 217342 | TRANSFORMADOR 1F 5KVA 7620V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE VEGETAL |
| 217343 | TRANSFORMADOR 1F 10KVA 7620V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE VEGETAL |
| 217344 | TRANSFORMADOR 1F 15KVA 7620V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE VEGETAL |
| 217345 | TRANSFORMADOR 1F 25KVA 7620V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE VEGETAL |
| 217346 | TRANSFORMADOR 1F 37.5KVA 7620V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE VEGETAL |
| 217347 | TRANSFORMADOR 1F 50KVA 7620V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE VEGETAL |
| 217348 | TRANSFORMADOR 1F 75KVA 7620V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE VEGETAL |
| 216917 | TRANSFORMADOR 1F 5KVA 7620V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE NÚCLEO AMORFO |
| 216918 | TRANSFORMADOR 1F 10KVA 7620V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE NÚCLEO AMORFO |
| 216919 | TRANSFORMADOR 1F 15KVA 7620V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE NÚCLEO AMORFO |
| 216920 | TRANSFORMADOR 1F 25KVA 7620V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE NÚCLEO AMORFO |
| 216921 | TRANSFORMADOR 1F 37.5KVA 7620V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE NÚCLEO AMORFO |
| 216922 | TRANSFORMADOR 1F 50KVA 7620V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE NÚCLEO AMORFO |

| | | | |
|---|--|--------------------------------|---------------------------|
| ENERGÍA | TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN | ET-TD-ME06-01 | REV. 0 |
|  | TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN SUMERGIDO EN ACEITE | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E |
| | | APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&E | FECHA: 2017/01/01 |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES |  | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: UN |
| | | | PÁGINA: 5 de 32 |

| CÓDIGO | DESCRIPTOR GENERAL |
|--------|---|
| 216923 | TRANSFORMADOR 1F 75KVA 7620V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE NÚCLEO AMORFO |
| 216924 | TRANSFORMADOR 1F 3KVA 13200V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE TANQUE EN ACERO INOXIDABLE |
| 216925 | TRANSFORMADOR 1F 5KVA 13200V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE TANQUE EN ACERO INOXIDABLE |
| 216926 | TRANSFORMADOR 1F 10KVA 13200V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE TANQUE EN ACERO INOXIDABLE |
| 216927 | TRANSFORMADOR 1F 15KVA 13200V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE TANQUE EN ACERO INOXIDABLE |
| 216928 | TRANSFORMADOR 1F 25KVA 13200V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE TANQUE EN ACERO INOXIDABLE |
| 216929 | TRANSFORMADOR 1F 37.5KVA 13200V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE TANQUE EN ACERO INOXIDABLE |
| 216930 | TRANSFORMADOR 1F 50KVA 13200V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE TANQUE EN ACERO INOXIDABLE |
| 216931 | TRANSFORMADOR 1F 75KVA 13200V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE TANQUE EN ACERO INOXIDABLE |
| 216932 | TRANSFORMADOR 1F 3KVA 13200V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE NÚCLEO AMORFO |
| 216933 | TRANSFORMADOR 1F 5KVA 13200V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE NÚCLEO AMORFO |
| 216934 | TRANSFORMADOR 1F 10KVA 13200V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE NÚCLEO AMORFO |
| 216935 | TRANSFORMADOR 1F 15KVA 13200V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE NÚCLEO AMORFO |
| 216936 | TRANSFORMADOR 1F 25KVA 13200V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE NÚCLEO AMORFO |
| 216937 | TRANSFORMADOR 1F 37.5KVA 13200V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE NÚCLEO AMORFO |
| 216938 | TRANSFORMADOR 1F 50KVA 13200V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE NÚCLEO AMORFO |
| 216939 | TRANSFORMADOR 1F 75KVA 13200V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE NÚCLEO AMORFO |
| 200183 | TRANSFORMADOR 1F 10KVA 7620V 480-240V CONVENCIONAL ACEITE |
| 200190 | TRANSFORMADOR 1F 15KVA 7620V 480-240V CONVENCIONAL ACEITE |
| 200197 | TRANSFORMADOR 1F 25KVA 7620V 480-240V CONVENCIONAL ACEITE |
| 200177 | TRANSFORMADOR 1F 5KVA 7620V 240-120V AUTOPROTEGIDO ACEITE |
| 200182 | TRANSFORMADOR 1F 10KVA 7620V 240-120V AUTOPROTEGIDO ACEITE |
| 200189 | TRANSFORMADOR 1F 15KVA 7620V 240-120V AUTOPROTEGIDO ACEITE |
| 200195 | TRANSFORMADOR 1F 25KVA 7620V 240-120V AUTOPROTEGIDO ACEITE |
| 200203 | TRANSFORMADOR 1F 37.5KVA 7620V 240-120V AUTOPROTEGIDO ACEITE |
| 200208 | TRANSFORMADOR 1F 50KVA 7620V 240-120V AUTOPROTEGIDO ACEITE |
| 200212 | TRANSFORMADOR 1F 75KVA 7620V 240-120V AUTOPROTEGIDO ACEITE |
| 200175 | TRANSFORMADOR 1F 3KVA 13200V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE |
| 200178 | TRANSFORMADOR 1F 5KVA 13200V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE |
| 200184 | TRANSFORMADOR 1F 10KVA 13200V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE |
| 200191 | TRANSFORMADOR 1F 15KVA 13200V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE |
| 200198 | TRANSFORMADOR 1F 25KVA 13200V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE |
| 200204 | TRANSFORMADOR 1F 37.5KVA 13200V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE |
| 200209 | TRANSFORMADOR 1F 50KVA 13200V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE |
| 200214 | TRANSFORMADOR 1F 75KVA 13200V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE |
| 216940 | TRANSFORMADOR 1F 10KVA 13200V 480-240V CONVENCIONAL ACEITE |
| 216941 | TRANSFORMADOR 1F 15KVA 13200V 480-240V CONVENCIONAL ACEITE |
| 216942 | TRANSFORMADOR 1F 25KVA 13200V 480-240V CONVENCIONAL ACEITE |
| 216943 | TRANSFORMADOR 1F 0.5KVA 13200V 120V CONVENCIONAL ACEITE |
| 200179 | TRANSFORMADOR 1F 5KVA 13200V 240-120V AUTOPROTEGIDO ACEITE |
| 200185 | TRANSFORMADOR 1F 10KVA 13200V 240-120V AUTOPROTEGIDO ACEITE |

| | | | |
|---|--|--------------------------------|---------------------------|
| ENERGÍA | TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN | ET-TD-ME06-01 | REV. 0 |
|  | TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN SUMERGIDO EN ACEITE | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E |
| | | APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&E | FECHA: 2017/01/01 |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES |  | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: UN |
| | | | PÁGINA: 6 de 32 |

| CÓDIGO | DESCRIPTOR GENERAL |
|--------|--|
| 200192 | TRANSFORMADOR 1F 15KVA 13200V 240-120V AUTOPROTEGIDO ACEITE |
| 200199 | TRANSFORMADOR 1F 25KVA 13200V 240-120V AUTOPROTEGIDO ACEITE |
| 200205 | TRANSFORMADOR 1F 37.5KVA 13200V 240-120V AUTOPROTEGIDO ACEITE |
| 200210 | TRANSFORMADOR 1F 50KVA 13200V 240-120V AUTOPROTEGIDO ACEITE |
| 200215 | TRANSFORMADOR 1F 75KVA 13200V 240-120V AUTOPROTEGIDO ACEITE |
| | |
| 216944 | TRANSFORMADOR 1F 0.5KVA 34500V 120V CONVENCIONAL ACEITE |
| 200180 | TRANSFORMADOR 1F 5KVA 34500V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE |
| 200187 | TRANSFORMADOR 1F 10KVA 34500V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE |
| 200201 | TRANSFORMADOR 1F 25KVA 34500V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE |
| 214449 | TRANSFORMADOR 1F 37.5KVA 34500V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE |
| 214450 | TRANSFORMADOR 1F 50KVA 34500V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE |
| | |
| 216945 | TRANSFORMADOR 1F 3KVA 7620V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE CON FRENTE MUERTO SECUNDARIO |
| 216946 | TRANSFORMADOR 1F 5KVA 7620V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE CON FRENTE MUERTO SECUNDARIO |
| 216947 | TRANSFORMADOR 1F 10KVA 7620V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE CON FRENTE MUERTO SECUNDARIO |
| 216948 | TRANSFORMADOR 1F 15KVA 7620V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE CON FRENTE MUERTO SECUNDARIO |
| 216949 | TRANSFORMADOR 1F 25KVA 7620V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE CON FRENTE MUERTO SECUNDARIO |
| | |
| 216950 | TRANSFORMADOR 1F 3KVA 13200V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE CON FRENTE MUERTO SECUNDARIO |
| 216951 | TRANSFORMADOR 1F 5KVA 13200V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE CON FRENTE MUERTO SECUNDARIO |
| 216952 | TRANSFORMADOR 1F 10KVA 13200V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE CON FRENTE MUERTO SECUNDARIO |
| 216953 | TRANSFORMADOR 1F 15KVA 13200V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE CON FRENTE MUERTO SECUNDARIO |
| 216954 | TRANSFORMADOR 1F 75KVA 13200V 240-120V CONVENCIONAL ACEITE CON FRENTE MUERTO SECUNDARIO |
| | |
| 200221 | TRANSFORMADOR 3F 30KVA 34500V 220-127V AUTOPROTEGIDO ACEITE |
| | |
| 200217 | TRANSFORMADOR 3F 15KVA 13200V 220-127V CONVENCIONAL ACEITE |
| 200219 | TRANSFORMADOR 3F 30KVA 13200V 220-127V CONVENCIONAL ACEITE |
| 200222 | TRANSFORMADOR 3F 45KVA 13200V 220-127V CONVENCIONAL ACEITE |
| 200224 | TRANSFORMADOR 3F 75KVA 13200V 220-127V CONVENCIONAL ACEITE |
| 200228 | TRANSFORMADOR 3F 112.5KVA 13200V 220-127V CONVENCIONAL ACEITE |
| 200232 | TRANSFORMADOR 3F 150KVA 13200V 220-127V CONVENCIONAL ACEITE |
| 200236 | TRANSFORMADOR 3F 225KVA 13200V 220-127V CONVENCIONAL ACEITE |
| | |
| 216955 | TRANSFORMADOR 3F 30KVA 13200V 220-127V CONVENCIONAL ACEITE TANQUE EN ACERO INOXIDABLE |
| 216956 | TRANSFORMADOR 3F 45KVA 13200V 220-127V CONVENCIONAL ACEITE TANQUE EN ACERO INOXIDABLE |
| 216957 | TRANSFORMADOR 3F 75KVA 13200V 220-127V CONVENCIONAL ACEITE TANQUE EN ACERO INOXIDABLE |
| 216958 | TRANSFORMADOR 3F 112.5KVA 13200V 220-127V CONVENCIONAL ACEITE TANQUE EN ACERO INOXIDABLE |
| 216959 | TRANSFORMADOR 3F 150KVA 13200V 220-127V CONVENCIONAL ACEITE TANQUE EN ACERO INOXIDABLE |
| | |
| 216960 | TRANSFORMADOR 3F 30KVA 13200V 220-127V CONVENCIONAL ACEITE NÚCLEO AMORFO |

| | | | |
|---|--|--------------------------------|---------------------------|
| ENERGÍA | TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN | ET-TD-ME06-01 | REV. 0 |
|  | TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN SUMERGIDO EN ACEITE | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E |
| | | APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&E | FECHA: 2017/01/01 |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES |  | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: UN |
| | | | PÁGINA: 7 de 32 |

| CÓDIGO | DESCRIPTOR GENERAL |
|--------|---|
| 216961 | TRANSFORMADOR 3F 45KVA 13200V 220-127V CONVENCIONAL ACEITE NÚCLEO AMORFO |
| 216962 | TRANSFORMADOR 3F 75KVA 13200V 220-127V CONVENCIONAL ACEITE NÚCLEO AMORFO |
| 216963 | TRANSFORMADOR 3F 112.5KVA 13200V 220-127V CONVENCIONAL ACEITE NÚCLEO AMORFO |
| 216964 | TRANSFORMADOR 3F 150KVA 13200V 220-127V CONVENCIONAL ACEITE NÚCLEO AMORFO |
| 214451 | TRANSFORMADOR 3F 112.5KVA 13200V 220-127V SUMERGIBLE ACEITE |
| 214452 | TRANSFORMADOR 3F 150KVA 13200V 220-127V SUMERGIBLE ACEITE |
| 214453 | TRANSFORMADOR 3F 225KVA 13200V 220-127V SUMERGIBLE ACEITE |
| 200241 | TRANSFORMADOR 3F 300KVA 13200V 220-127V SUMERGIBLE ACEITE |
| 214454 | TRANSFORMADOR 3F 400KVA 13200V 220-127V SUMERGIBLE ACEITE |
| 200246 | TRANSFORMADOR 3F 500KVA 13200V 220-127V SUMERGIBLE ACEITE |
| 200247 | TRANSFORMADOR 3F 750KVA 13200V 220-127V SUMERGIBLE ACEITE |
| 200196 | TRANSFORMADOR 1F 25KVA 7620V 240-120V PEDESTAL ACEITE |
| 200213 | TRANSFORMADOR 1F 75KVA 7620V 240-120V PEDESTAL ACEITE |
| 214471 | TRANSFORMADOR 1F 75KVA 13200V 240-120V PEDESTAL ACEITE |
| 200220 | TRANSFORMADOR 3F 30KVA 13200V 220-127V PEDESTAL ACEITE |
| 200223 | TRANSFORMADOR 3F 45KVA 13200V 220-127V PEDESTAL ACEITE |
| 200225 | TRANSFORMADOR 3F 75KVA 13200V 220-127V PEDESTAL ACEITE |
| 200230 | TRANSFORMADOR 3F 112.5KVA 13200V 220-127V PEDESTAL ACEITE |
| 200233 | TRANSFORMADOR 3F 150KVA 13200V 220-127V PEDESTAL ACEITE |
| 200237 | TRANSFORMADOR 3F 225KVA 13200V 220-127V PEDESTAL ACEITE |
| 200239 | TRANSFORMADOR 3F 300KVA 13200V 220-127V PEDESTAL ACEITE |
| 200242 | TRANSFORMADOR 3F 400KVA 13200V 220-127V PEDESTAL ACEITE |
| 200244 | TRANSFORMADOR 3F 500KVA 13200V 220-127V PEDESTAL ACEITE |
| 214468 | TRANSFORMADOR 1F 25KVA 13200V 7620V AUTOPROTEGIDO ACEITE |
| 214469 | TRANSFORMADOR 1F 37.5KVA 13200V 7620V AUTOPROTEGIDO ACEITE |
| 214470 | TRANSFORMADOR 1F 50KVA 13200V 7620V AUTOPROTEGIDO ACEITE |
| 214471 | TRANSFORMADOR 1F 75KVA 13200V 7620V AUTOPROTEGIDO ACEITE |
| 214472 | TRANSFORMADOR 1F 100KVA 13200V 7620V AUTOPROTEGIDO ACEITE |
| 214473 | TRANSFORMADOR 1F 167.5KVA 13200V 7620V AUTOPROTEGIDO ACEITE |
| 214474 | TRANSFORMADOR 1F 350KVA 13200V 7620V AUTOPROTEGIDO ACEITE |

3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Los materiales y equipos se deben suministrar de conformidad con las normas establecidas en la presente especificación.

De acuerdo con los diseños de los fabricantes pueden emplearse otras normas internacionalmente reconocidas equivalentes o superiores a las aquí señaladas, siempre y cuando se ajusten a lo solicitado en la presente especificación técnica, siendo potestativo de las empresas del Grupo EPM aceptar o rechazar la norma que el oferente pone a su consideración.

Las normas citadas o cualquier otra que llegase a ser aceptada por el Grupo EPM son referidas a su última versión.

En caso de discrepancia entre las normas y esta especificación, prevalecerá lo aquí establecido.

| | | | |
|---|---|---|---------------------------|
| ENERGÍA | TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN | ET-TD-ME06-01 | REV. 0 |
|  | TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN SUMERGIDO EN ACEITE | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E |
| | | APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&E | FECHA: 2017/01/01 |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES | |  ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: UN |
| | | | PÁGINA: 8 de 32 |

Para efectos de esta especificación aplican las siguientes normas:

Tabla 2. Listado de Normas aplicables

| NORMA | DESCRIPCIÓN |
|----------|--|
| NTC 316 | Transformadores. Prueba de calentamiento. |
| NTC 317 | Transformadores. Definiciones. |
| NTC 375 | Transformadores. Medida de la resistencia de los devanados. |
| NTC 380 | Transformadores. Pruebas eléctricas. Generalidades. |
| NTC 471 | Transformadores. Relación de transformación. Verificación de la polaridad y relación de fase. |
| NTC 532 | Transformadores. Aptitud para soportar el cortocircuito. |
| NTC 618 | Transformadores. Placa de características. |
| NTC 737 | Transformadores. Especificaciones de devanados y sus derivaciones. |
| NTC 800 | Transformadores. Designación de refrigeración |
| NTC 801 | Transformadores. Límites de calentamiento. |
| NTC 818 | Transformadores. Monofásicos, auto-refrigerados y sumergidos en aceite, pérdidas, corriente sin carga y tensión de cortocircuito. |
| NTC 819 | Transformadores. trifásicos, auto-refrigerados y sumergidos en aceite, pérdidas, corriente sin carga y tensión de cortocircuito. |
| NTC 836 | Transformadores. Niveles de aislamiento. |
| NTC 837 | Transformadores. Prueba del dieléctrico. |
| NTC 1005 | Transformadores. Determinación de la tensión de cortocircuito. |
| NTC 1031 | Transformadores. Pruebas para determinar pérdidas y corriente sin carga. |
| NTC 1057 | Transformadores. Valores nominales potencias aparentes. |
| NTC 1058 | Transformadores de distribución sumergidos en aceite con refrigeración natural. Requisitos de funcionamiento en condiciones de altitud y temperatura diferentes a las normalizadas. |
| NTC 1358 | Transformadores. Certificado de pruebas. |
| NTC 1465 | Especificaciones para aceites minerales. |
| NTC 1490 | Transformadores monofásicos accesorios. |
| NTC 1656 | Transformadores trifásicos, accesorios. |
| NTC 1759 | Empaques elastoméricos resistentes al aceite para transformadores eléctricos |
| NTC 2076 | Galvanizado en caliente. |
| NTC 2135 | Guía para fórmulas de evaluación de pérdidas. |
| NTC 2482 | Transformadores de distribución sumergidos en aceite con 65 °C de elevación de temperatura en los devanados. Guía de cargabilidad. |
| NTC 2501 | Herrajes conectores para transformadores de distribución y de potencia menores de 5 MVA y tensión de serie 1.2 KV. |
| NTC 2784 | Guía para el embalaje, almacenamiento y transporte de transformadores de distribución. |
| NTC 3396 | Guía para la aplicación de pinturas en transformadores. |
| NTC 3609 | Electrotecnia. Ensayos mecánicos a transformadores de distribución |
| NTC 3997 | Transformadores de distribución trifásicos tipo pedestal autor refrigerados con compartimientos, para uso con conectores elastoméricos de alta tensión, aislados, separables, para proveer FRENTE MUERTO SECUNDARIO -lado de alta tensión. |
| NTC 4406 | Transformadores trifásicos de distribución tipo ocasionalmente sumergibles, de potencia menor o igual a 2500 kVA con alta tensión menor o igual que 34500 - estrella aterrizada - / 19920V y baja tensión menor o igual que 480V. |
| GTC 148 | Especificaciones para transformadores de distribución completamente autoprotectidos. |

4. GENERALIDADES

4.1 DEFINICIONES

Buje (aislador pasante): dispositivo que permite a uno o varios conductores pasar a través de

| | | | |
|---|--|--------------------------------|---------------------------|
| ENERGÍA | TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN | ET-TD-ME06-01 | REV. 0 |
|  | TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN SUMERGIDO EN ACEITE | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E |
| | | APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&E | FECHA: 2017/01/01 |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES |  | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: UN |
| | | | PÁGINA: 9 de 32 |

un obstáculo (por ejemplo, una pared o un tanque) de manera que aisle los dos medios e impida cualquier contacto. El medio de fijación (Rebordes o dispositivos de fijación) al obstáculo forma parte del buje.

Conmutador: elemento del transformador de funcionamiento sin tensión y carga, encargado de variar el valor de la tensión del secundario de transformador en un porcentaje predefinido tras cambiar su relación de transformación.

Devanado: es el conjunto de espiras destinado a producir el flujo magnético, al ser recorrido por la corriente eléctrica.

Enclavamiento: dispositivo que actúa por la operación de algún otro dispositivo con el cual está directamente asociado, para controlar operaciones secuenciales del mismo o de otros dispositivos relacionados.

Inspección: proceso que consiste en medir, examinar, ensayar o comparar de algún modo, la unidad en consideración con respecto a los requisitos preestablecidos.

Inspección normal: procedimiento con el que se empieza la inspección de los lotes cuando estos se reciben por primera vez o cuando se desconoce o no se tiene un conocimiento definitivo de la calidad de los transformadores que ofrece un proveedor determinado.

Lote: cantidad determinada de transformadores de características similares o que fabricados bajo condiciones de producción presumiblemente uniformes que se somete a inspección como un conjunto unitario.

Muestra: grupo de transformadores extraídos de un lote que sirve para obtener la información necesaria que permita apreciar una o más características de ese lote, que servirán de base para una decisión sobre el mismo o sobre el proceso que lo produjo.

Nivel De Calidad Aceptable (N.C.A.): Máximo porcentaje defectuoso o número máximo de defectos en 100 unidades.

Nivel de inspección: número que identifica la relación entre el tamaño del lote y el tamaño de la muestra.

Pasatapas: elemento (buje) cuya función consiste en conectar las bobinas del transformador de distribución con la red de llegada y de salida (Red de media y baja tensión)

Plan de muestreo simple: procedimiento de recepción que consiste en inspeccionar una sola muestra del lote que se recibe y sobre la base del resultado obtenido proceder a su aceptación o rechazo.

Tensión nominal: valor de la tensión de alimentación especificado por el fabricante y según el cual se determinan las condiciones de aislamiento y de funcionamiento de un equipo. Se

| | | | |
|---|--|--------------------------------|--|
| ENERGÍA | TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN | ET-TD-ME06-01 | REV. 0 |
|  | TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN SUMERGIDO EN ACEITE | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E |
| | | APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&E | FECHA: 2017/01/01 |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES |  | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: UN PÁGINA: 10 de 32 |

expresa en voltios (V). Corresponde a la tensión del transformador en vacío.

Terminal: dispositivo unido a un conductor para facilitar la conexión a otro conductor

Tipo radial: Subestación unitaria que tiene un transformador reductor, el cual tiene una sección de salida para la conexión de uno o más alimentadores radiales.

4.2 CONDICIONES DE SERVICIO

Los transformadores de distribución serán instalados en las redes de acuerdo a su nivel de tensión y tipo de sistema. El régimen de utilización será continuo y debe estar en capacidad de trabajar el 100% de su capacidad de potencia nominal sin afectar su vida útil.

5. REQUISITOS TÉCNICOS

5.1 REQUISITOS GENERALES

Todos los transformadores sumergidos en aceite refrigerante deben cumplir con los requisitos de las normas indicadas en el este documento, cumpliendo además con las características particulares indicadas en esta especificación y contar con certificación de producto bajo RETIE y norma de construcción.

5.1.1 Potencias nominales

El grupo EPM tiene normalizados los valores de potencia nominal de los transformadores de distribución, de acuerdo a lo indicado en la **Tabla 3**.

Tabla 3. Potencias nominales para transformadores de distribución del grupo EPM

| TIPO DE TRANSFORMADOR | UNIDAD | POTENCIA NOMINAL | TIPO DE TRANSFORMADOR | UNIDAD | POTENCIA NOMINAL |
|-----------------------|--------|------------------|-----------------------|--------|------------------|
| MONOFÁSICO | kVA | 0.5 | TRIFÁSICO | kVA | 15 |
| | kVA | 3 | | kVA | 30 |
| | kVA | 5 | | kVA | 45 |
| | kVA | 10 | | kVA | 75 |
| | kVA | 15 | | kVA | 112.5 |
| | kVA | 25 | | kVA | 150 |
| | kVA | 37.5 | | kVA | 225 |
| | kVA | 50 | | kVA | 300 |
| | kVA | 75 | | kVA | 400 |
| | | | kVA | 500 | |
| | | | kVA | 630 | |

5.1.2 Tensiones nominales

El grupo EPM tiene normalizados los valores de alta y baja tensión, de los transformadores, de acuerdo a lo indicado en la Tabla 4.

| | | | |
|---|--|--------------------------------|--|
| ENERGÍA | TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN | ET-TD-ME06-01 | REV. 0 |
|  | TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN SUMERGIDO EN ACEITE | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E |
| | | APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&E | FECHA: 2017/01/01 |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES |  | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: UN PÁGINA: 11 de 32 |

Tabla 4 Tensiones nominales para transformadores de distribución del grupo EPM

| TIPO DE TRANSFORMADOR | TENSIÓN NOMINAL DEVANADO DE ALTA (V) | TENSIÓN NOMINAL DEVANADO DE BAJA DE (V) |
|-----------------------|--------------------------------------|---|
| Monofásico | 4160 | 240/120 |
| Monofásico | 7620 | 240/120 |
| Monofásico | 7620 | 480/240 |
| Monofásico | 11400 | 240/120 |
| Monofásico | 13200 | 240/120 |
| Monofásico | 13200 | 480/240 |
| Monofásico | 34500 | 240/120 |
| Trifásico | 4160 | 220/127 |
| Trifásico | 11400 | 220/127 |
| Trifásico | 13200 | 220/127 |
| Trifásico | 34500 | 220/127 |

5.1.3 Accesorios

Deben cumplir con las NTC 1490 y NTC 1656 para transformadores monofásicos y trifásicos respectivamente.

5.1.3.1 Conmutador de derivaciones (Tap):

Los valores nominales de las derivaciones del conmutador para los transformadores serán: $\pm 2 \times 2.5\%$

Al lado del dispositivo de maniobras debe colocarse un aviso con la leyenda “*maniébrese sin tensión*”.

5.1.3.2 Dispositivo soporte para DPS

Debe contar con puntos para sujeción de DPS en la cuba del transformador de acuerdo con lo establecido en la NTC 1490 y NTC 1656, los cuales se ubicarán en el segmento tres (3) para los transformadores monofásicos y segmento uno (1) para los trifásicos. Incluye herraje de soporte tipo L instalado en el tanque.

5.1.3.3 Transformadores de corriente

Adicionalmente, el transformador de distribución Incluye transformadores de corriente Clase 0.5, de potencia 5VA seleccionados bajo los criterios de la NTC 5019 que dan cumplimiento a lo establecido en la NTC 2205 o IEC 60044-1 en sus últimas versiones, para potencias superiores o iguales a 15 kVA.

La conexión internamente se realizará conforme se indica en la norma NTC 5552. Ver las siguientes figuras:

Figura 1 Diagrama de conexión de los transformadores de corriente en transformadores

| | | | |
|---|---|---|--|
| ENERGÍA | TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN | ET-TD-ME06-01 | REV. 0 |
|  | TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN SUMERGIDO EN ACEITE | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E |
| | | APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&E | FECHA: 2017/01/01 |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES | |  ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: UN PÁGINA: 12 de 32 |

de distribución monofásicos

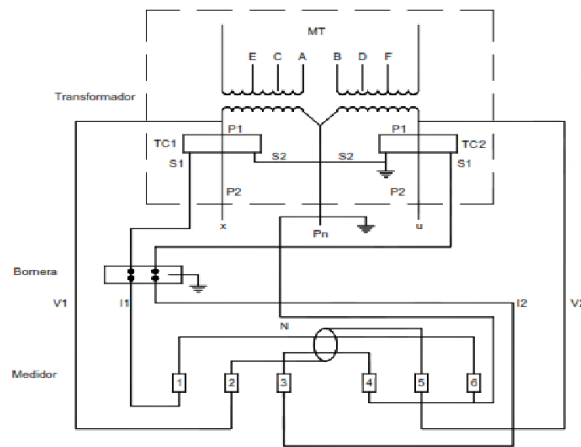
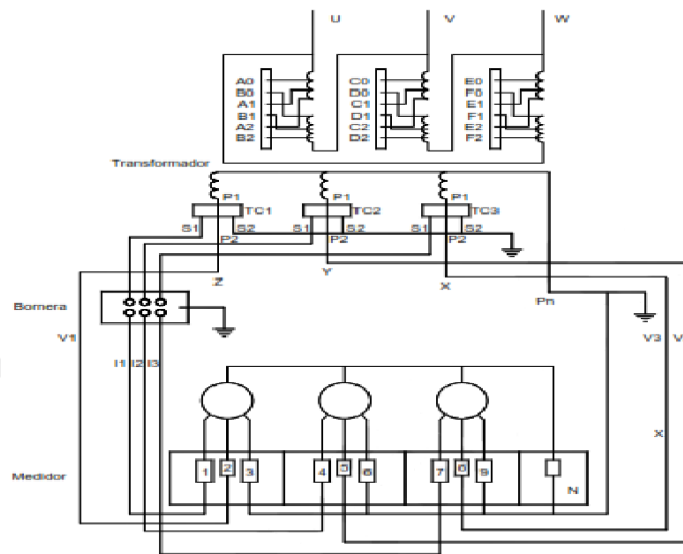


Figura 2 Diagrama de conexión de los transformadores de corriente en transformadores de distribución monofásicos



Los terminales secundarios de los transformadores de corriente estarán dispuestos en una bornera fijada a la pared exterior del tanque del transformador, debidamente marcados.

La bornera deberá ser de material plástico resistente a la intemperie, estar marcada en forma clara e indeleble y de acuerdo con el diagrama de conexión y haber sido diseñada para el nivel de tensión de 600V. Los bornes deben ser seguros a las vibraciones, resistentes a la corrosión, deben evitar cualquier contacto accidental o no deseado y deben permitir colocar en cortocircuito a tierra los terminales S1, estando en servicio el transformador de distribución de tal manera que permita cambiar o realizar trabajos en el medidor.

| | | | |
|--|---|-----------------------------------|--|
| ENERGÍA | TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN | ET-TD-ME06-01 | REV. 0 |
| | TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN SUMERGIDO EN ACEITE | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E |
| | | APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&E | FECHA: 2017/01/01 |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES | | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: UN PÁGINA: 13 de 32 |

5.1.4 Pintura

El color de la pintura para los transformadores tipo poste debe ser gris serie RAL 7000 y debe cumplir satisfactoriamente los siguientes ensayos de la NTC 3396 de acuerdo al ambiente.

El color de la pintura para los transformadores pedestales, sumergibles y semisumergibles debe ser verde serie RAL 6018 y el método de aplicación debe estar de acuerdo con lo establecido en la NTC 3396

Ambiente 1: Atmósferas rural, urbana, industrial.

Ambiente 2: Atmósferas marinas y/o industrial severo.

No se permite utilizar pinturas que contengan cromatos y óxidos de plomo

5.1.5 Niveles de ruido

Los transformadores no deben sobrepasar los niveles de ruido indicados en la Tabla 5, medidos a una distancia de tres (3) metros.

Tabla 5 Niveles de ruido audible.

| Potencia de transformador | Nivel máximo de ruido |
|---------------------------|-----------------------|
| (3 – 50) kVA | 48 db |
| (51 – 100) kVA | 51 db |
| (101 – 300) kVA | 55 db |
| (301 – 1000) kVA | 56 db |

5.1.6 Terminales de baja tensión

Los terminales de baja tensión en los transformadores convencionales y autoprotegidos deben suministrarse con los siguientes herrajes señalados en la norma NTC 2501-1:

Tabla 6 Herrajes para los terminales secundarios en los transformadores

| Potencia | Herraje NTC 2501-1 | Tipo y Diámetro del terminal |
|---------------|--------------------|---------------------------------|
| ≤ 25 kVA | 125 | Ojo - Ø 20 mm |
| (25 – 50 kVA] | 250 | Ojo - Ø 20 mm Pala - Ø 13 mm |
| ≥ 75 kVA | 630 | Pala – 4 x Ø 13 mm |

5.1.7 Material del Tanque del transformador

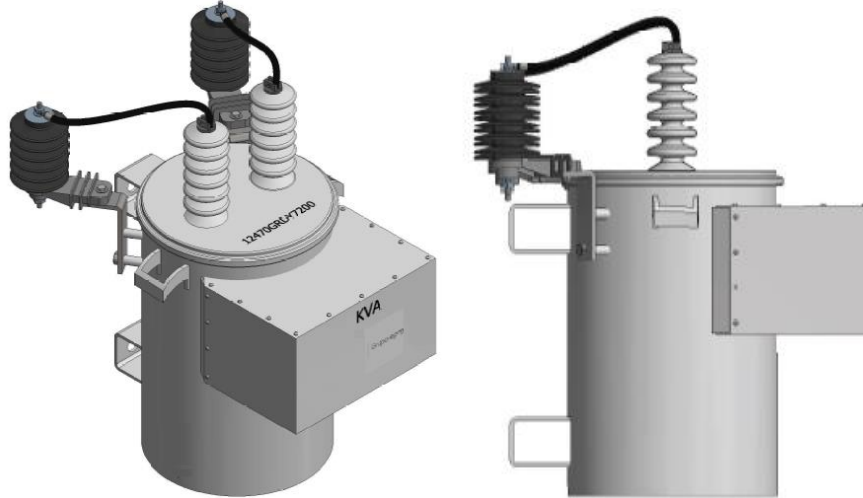
Cuando se requiera, los tanques de los transformadores convencionales deberán fabricarse en acero inoxidable austenítico de alta resistencia a la corrosión, cumpliendo con la norma AISI 304, ASTM A240 o equivalente internacional.

| ENERGÍA | TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN | ET-TD-ME06-01 | REV. 0 |
|---|---|---|---------------------------|
|  | TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN SUMERGIDO EN ACEITE | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E |
| | | APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&E | FECHA: 2017/01/01 |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES | |  ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: UN |
| | | | PÁGINA: 14 de 32 |

5.1.8 FRENTE MUERTO SECUNDARIO

Con el propósito de disminuir la vulnerabilidad en los transformadores convencionales se podrá solicitar una lámina de acero soldada a la cuba que cubra totalmente los bujes secundarios, como se ilustra a continuación.

Figura 3 Montaje de transformador convencional con frente muerto secundario



Para acceder a los bujes secundarios del transformador se debe retirar solo una de las tapas de la protección solicitada, la cual deberá estar ajustada a través de pernos con cabeza especial, siendo necesario el suministro de una llave por cada veinte (20) transformadores suministrados.

La tapa inferior deberá estar pretroquelada de tal manera que permita la salida de los conductores bajantes de los transformadores, considerando el suministro de prensaestopas o conectores rectos para coraza metálica de 1" de diámetro.

5.1.9 Transformadores núcleo amorfo

Cuando se requiera, algunos de los transformadores convencionales deberán suministrarse con núcleo de metal amorfo.

5.1.10 Refrigeración

Los aceites minerales inhibidos tipo II utilizados como agente refrigerante deben cumplir con los requisitos de la NTC 1465, mientras los aceites vegetales utilizados como agente refrigerante deben cumplir con los requisitos establecidos en la norma ASTM 6861 o IEC 62770.

Los transformadores deben indicar su medio de refrigeración para el agente refrigerante y el método de circulación.

| | | | |
|---|--|--------------------------------|---------------------------|
| ENERGÍA | TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN | ET-TD-ME06-01 | REV. 0 |
|  | TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN SUMERGIDO EN ACEITE | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E |
| | | APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&E | FECHA: 2017/01/01 |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES |  | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: UN |
| | | PÁGINA: 15 de 32 | |

Se permite el uso de aceites vegetales como agente refrigerante del transformador, siendo necesario la presentación del cuadro de características físicas, químicas y eléctricas, siempre que cumplan con la normatividad técnica y ambiental nacional o internacional vigente.

5.1.10.1 Pruebas PCB's

Los transformadores que se van a suministrar al grupo EPM deben ser libres de PCB's, mediante método cuantitativo por cromatografía de gases al aceite suministrado por el proveedor, de acuerdo al Artículo 6 de la resolución 0222 del 15 de diciembre de 2011 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

La certificación incluirá el protocolo de prueba del aceite por el proveedor del producto, asociado a un informe y/o certificado por un laboratorio donde se evidencie las características técnicas del aceite con los resultados en partes por millón inferiores a 50 ppm, de acuerdo con el Artículo 7 de la resolución 0222 del 15 de diciembre de 2011 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. El informe debe asociar el aceite suministrado por el proveedor (caneca, contenedor, lote), con cada transformador suministrado y con los resultados de ppm. Se debe anexar una evidencia de su sistema de calidad (Control, Trazabilidad, registro, inventario entre otros) que garantice que efectivamente esa caneca, lote o muestra es la utilizada al pedido solicitado de transformadores por el grupo EPM.

Si los resultados cuantitativos de cromatografía de gases supera las 50 ppm, el transformador no será aceptado por el grupo EPM. Este procedimiento o documento se evaluaría durante el proceso de aceptación técnica.

5.1.10.2 Normatividad ambiental

El Fabricante y/o proveedor deberán acatar, cumplir y aplicar las normas vigentes relativas a la gestión ambiental integral en el ámbito nacional e internacional, entre ellas:

Ley 1196 de 2008 por medio de la cual se aprueba el Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) a través del cual se establecen medidas para minimizar los riesgos derivados del uso, almacenamiento, manipulación, transporte, tratamiento y eliminación de equipos, aceites, desechos y suelos contaminados con PCB, con el propósito de proteger la salud humana y el medio ambiente de los efectos nocivos de los contaminantes orgánicos persistentes.

Además deberá tener en cuenta que en la fabricación y producción de los equipos controló la utilización de sustancias tóxicas y peligrosas; que en su almacenaje, instalación, operación y/o mantenimiento del producto, no generó residuos peligrosos, como los compuestos halogenados, incluyendo los Bifenilos y Terfenilos Policlorados y Polibromados (PCB y PCT), así como de los asbestos en todas sus formas, incluyendo el Amianto, esto de acuerdo con lo establecido el Reglamento Técnico de instalaciones eléctricas RETIE.

| | | | |
|---|--|--------------------------------|--|
| ENERGÍA | TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN | ET-TD-ME06-01 | REV. 0 |
|  | TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN SUMERGIDO EN ACEITE | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E |
| | | APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&E | FECHA: 2017/01/01 |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES |  | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: UN PÁGINA: 16 de 32 |

5.2 REQUISITOS ESPECÍFICOS

5.2.1 Transformadores monofásicos

Los devanados deben tener polaridad aditiva (grupo de conexión li6) para transformadores con tensión primaria de 4160 V y 7620 V. Polaridad sustractiva (grupo de conexión li0) para transformadores con tensión primaria 13200 V y 34500 V.

Los transformadores monofásicos deben ir equipados con dos (2) bujes en el lado de alta tensión y dos (2) ó tres (3) bujes en el lado de baja tensión dependiendo si la relación de tensión es $V_1/120$ V ó $V_1/240-120$ V respectivamente, incluyendo el neutro accesible.

5.2.1.1 Indicador interno del nivel del líquido refrigerante

La indicación se hace por medio de pintura u otra marca indeleble en un lugar visible para el usuario cuando el transformador este destapado, la marcación debe tener una longitud mínima de 60 mm y sobre ella aparecer la leyenda "NIVEL".

5.2.1.2 Corriente sin carga, pérdidas y tensión de cortocircuito.

Tabla 7 Valores máximos permisibles de corriente sin carga (I_0), pérdidas sin carga (P_0), pérdidas con carga (P_c) a 85°C y tensión de cortocircuito a 85°C (U_z) para transformadores monofásicos con tensiones primarias de 13200 V, 11400 V, 7620 V y 4160 V y con potencia de 3KVA a 75 kVA

| Potencia Nominal (kVA) | I_0 (% I_n) | P_0 (W) | P_c (W) | U_z (%) |
|------------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|
| 3 | 2.5 | 21 | 70 | 3.0 |
| 5 | 2,5 | 30 | 90 | 3,0 |
| 10 | 2,5 | 50 | 140 | 3,0 |
| 15 | 2,4 | 70 | 195 | 3,0 |
| 25 | 2,0 | 100 | 290 | 3,0 |
| 37,5 | 2,0 | 135 | 405 | 3,0 |
| 50 | 1,9 | 160 | 510 | 3,0 |
| 75 | 1,7 | 210 | 710 | 3,0 |

| | | | |
|---|--|--------------------------------|---------------------------|
| ENERGÍA | TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN | ET-TD-ME06-01 | REV. 0 |
|  | TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN SUMERGIDO EN ACEITE | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E |
| | | APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&E | FECHA: 2017/01/01 |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES |  | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: UN |
| | | | PÁGINA: 17 de 32 |

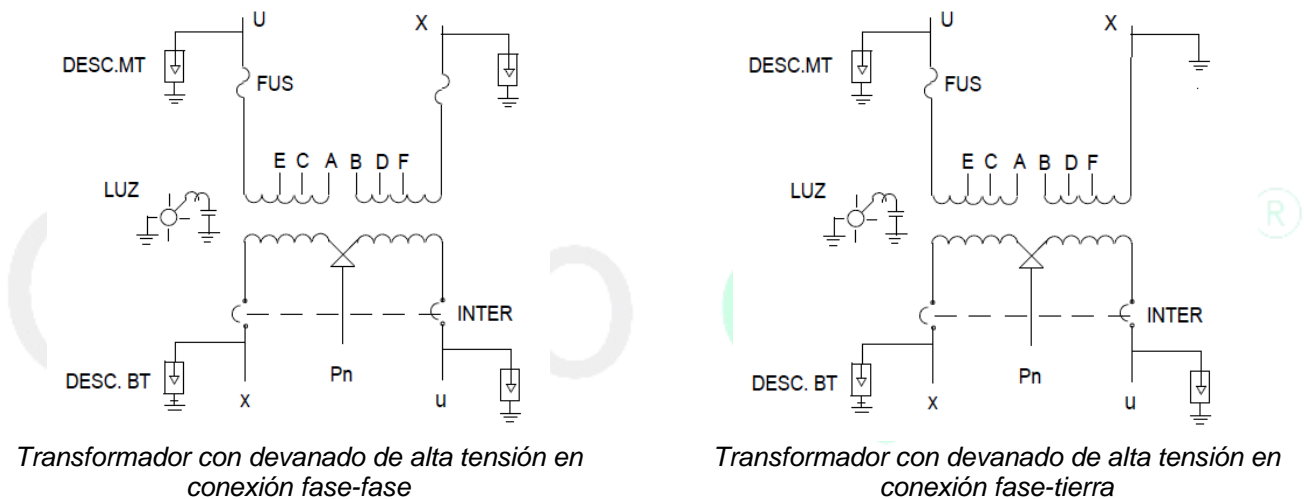
Tabla 8 Valores máximos permisibles de corriente sin carga (I_0), pérdidas sin carga (P_0), pérdidas con carga (P_c) a 85°C y tensión de cortocircuito a 85°C (U_z) para transformadores monofásicos con tensión primaria de 34500 V con potencias de 25 KVA a 75 kVA

| POTENCIA NOMINAL (KVA) | I_0 (% I_n) | P_0 (W) | P_c (W) | U_z (%) |
|------------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|
| 25 | 2,4 | 185 | 360 | 4.0 |
| 37,5 | 2,0 | 230 | 490 | 4.0 |
| 50 | 2.0 | 265 | 605 | 4.0 |
| 75 | 1,9 | 330 | 820 | 4.0 |

5.2.1.3 Transformadores monofásicos autoprotegidos

Deben tener un esquema de protección con interruptor en baja tensión.

Figura 4 Diagrama de esquema de protección con interruptor en baja tensión



Debe contar con un descargador de sobretensiones (DPS) externo por cada fase en el lado de alta y baja tensión, con sus respectivos dispositivos de fijación ubicados de tal forma que la distancia de sus terminales a tierra y a fase sea la menor posible.

Debe existir un fusible, suministrado con cámara de extinción de arco, instalado en serie con cada una de las fases de alta tensión del transformador, el fusible debe permanecer inmerso en el aceite aislante.

Debe tener un mecanismo de señalización visual de alarma y apertura tipo lámpara, alimentado a 5 V \pm 1 V a través de un devanado especial, aislado eléctricamente de los otros devanados del transformador, con posibilidad de su extracción y remplazo de la bombilla desde el exterior del transformador, poseer bloqueo antigiro, garantizar hermeticidad e indicar cuando el interruptor se esté aproximando a la temperatura de disparo o cuando el interruptor ha operado.

| | | | |
|--|---|--------------------------------|---------------------------|
| ENERGÍA | TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN | ET-TD-ME06-01 | REV. 0 |
| | TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN SUMERGIDO EN ACEITE | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E |
| | | APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&E | FECHA: 2017/01/01 |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES | | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: UN |
| | | | PÁGINA: 18 de 32 |

Debe tener un interruptor por cada fase de baja tensión conectado eléctricamente entre la bobina y su respectivo terminal, estar ubicado en la parte superior del tanque y completamente sumergido en aceite. Ser ensamblado junto con la manija externa de operación y su mecanismo de acople, el cual se debe montar en la parte lateral del tanque. Tener una capacidad nominal mínimo del 125% de los kVA del transformador y una capacidad interrupción en estado de falla igual ó superior al 125% de la corriente de corto circuito de cada transformador. Permitir reconexión con y sin sobrecarga.

5.2.1.4 Transformadores monofásicos tipo pedestal

Debe ser tipo radial y consistir de un tanque con compartimientos terminales de cable, de alta tensión y baja tensión, localizados lado a lado sobre una cara lateral del tanque del transformador. Cuando es visto de frente, los terminales de baja tensión se visualizarán a la derecha.

Disponer de un seccionador bajo carga, un dispositivo de enclavamiento y uno o más dispositivos de seguridad que deben ser removidos antes que la puerta del o los compartimientos de alta y baja tensión pueda ser abierta.

Cada uno de los transformadores debe tener los siguientes accesorios

- Buje pozo (1 por fase)
- Buje inserto premoldeado dos salidas (1 por fase)
- Codo premoldeado (1 por fase)
- DPS premoldeado tipo codo óxido de zinc (1 por fase)
- Soporte fusible bayoneta intercambiable (1 por fase)
- Fusible bayoneta sensor dual (1 por fase)
- Fusible de respaldo limitador de corriente de alta capacidad de interrupción (1 unidad), tipo respaldo rango parcial fabricado bajo la norma IEEE C37.46 e IEEE C37.47.
- Seccionador de 3 posiciones "ON-OFF-GROUND" fabricado bajo la norma IEEE C37.74 o IEC 60265-1
- Orificio y tapón para llenado y prueba de hermeticidad (1 unidad)
- Válvula de drenaje y toma de muestras (1 unidad)
- Válvula de alivio de sobrepresión (1 unidad)
- Indicador de nivel de aceite tipo visor (1 unidad)

Los elementos premoldeados a suministrar con el transformador tipo pedestal deben cumplir con las especificaciones técnicas del Grupo EPM codificadas como ET-TD-ME-12-01 "Premoldeados".

5.2.2 Transformadores trifásicos

El grupo de conexión para los transformadores trifásicos será Dyn5, con el neutro del lado de

| | | | |
|---|--|--------------------------------|--|
| ENERGÍA | TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN | ET-TD-ME06-01 | REV. 0 |
|  | TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN SUMERGIDO EN ACEITE | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E |
| | | APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&E | FECHA: 2017/01/01 |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES |  | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: UN PÁGINA: 19 de 32 |

baja tensión accesible externamente y sólidamente puesto a tierra.

Los transformadores trifásicos deben estar provistos con tres (3) bujes en el lado primario y cuatro (4) en el lado secundario, incluyendo el neutro accesible.

5.2.2.1 Indicador externo del nivel del líquido refrigerante

El transformador debe tener un indicador del nivel del líquido refrigerante de tipo visor colocado en el frente del tanque, el indicador señala un nivel inferior y uno superior determinados para 20 °C y 95 °C de temperatura del líquido. La pintura de los niveles de alto contraste con la pintura del tanque del transformador

5.2.2.2 Corriente sin carga, pérdidas y tensión de cortocircuito.

Tabla 9 Valores máximos permisibles de corriente sin carga (I_0), pérdidas sin carga (P_0), pérdidas con carga (P_c) a 85°C y tensión de cortocircuito a 85°C (U_z) para transformadores trifásicos con tensión primaria de 4160 V, 11400 V y 13200 V con potencias de 15 kVA A 630 kVA

| POTENCIA NOMINAL (KVA) | I_0 (% I_n) | P_0 (W) | P_c (W) | U_z (%) |
|------------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|
| 30 | 3,6 | 135 | 515 | 3,0 |
| 45 | 3,5 | 180 | 710 | 3,0 |
| 75 | 3,5 | 265 | 1 090 | 3,5 |
| 112,5 | 2,6 | 365 | 1 540 | 3,5 |
| 150 | 2,4 | 450 | 1 960 | 4,0 |
| 225 | 2,1 | 615 | 2 890 | 4,0 |
| 300 | 2,0 | 765 | 3 575 | 4,5 |
| 400 | 1,9 | 930 | 4 730 | 4,5 |
| 500 | 1,7 | 1 090 | 5 780 | 5,0 |
| 630 | 1,6 | 1 285 | 7 140 | 5,0 |

Tabla 10 Valores máximos permisibles de corriente sin carga (I_0), pérdidas sin carga (P_0), pérdidas con carga (P_c) a 85°C y tensión de cortocircuito a 85°C (U_z) para transformadores trifásicos con tensión primaria de 34500 V con potencias de 75 kVA a 630 kVA.

| POTENCIA NOMINAL (KVA) | I_0 (% I_n) | P_0 (W) | P_c (W) | U_z (%) |
|------------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|
| 75 | 3,5 | 390 | 1370 | 6.0 |
| 112,5 | 2,6 | 500 | 1890 | 6.0 |
| 150 | 2,5 | 610 | 2400 | 6.0 |
| 225 | 2,5 | 790 | 3330 | 6.0 |
| 300 | 2,0 | 950 | 4210 | 6.0 |
| 400 | 2,0 | 1150 | 5320 | 6.0 |
| 500 | 1,7 | 1330 | 6370 | 6.0 |
| 630 | 1,7 | 1540 | 7690 | 6.0 |

| | | | |
|---|--|--------------------------------|--|
| ENERGÍA | TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN | ET-TD-ME06-01 | REV. 0 |
|  | TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN SUMERGIDO EN ACEITE | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E |
| | | APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&E | FECHA: 2017/01/01 |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES |  | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: UN PÁGINA: 20 de 32 |

5.2.2.3 Transformadores trifásicos tipo pedestal

Debe ser tipo radial y consistir de un tanque con compartimientos terminales de cable, de alta tensión y baja tensión, localizados lado a lado sobre una cara lateral del tanque del transformador. Cuando es visto de frente, los terminales de baja tensión se visualizarán a la derecha.

Disponer de un seccionador bajo carga, un dispositivo de enclavamiento y uno o más dispositivos de seguridad que deben ser removidos antes que la puerta del o los compartimientos de alta y baja tensión pueda ser abierta.

Cada uno de los transformadores debe tener los siguientes accesorios

- Buje pozo (3 unidades)
- Buje inserto premoldeado dos salidas (3 unidades)
- Codo premoldeado (3 unidades)
- DPS premoldeado tipo codo óxido de zinc (3 unidades)
- Soporte fusible bayoneta (3 unidades)
- Fusible bayoneta sensor dual intercambiable (3 unidades)
- Fusible de respaldo limitador de corriente de alta capacidad de interrupción (3 unidades), tipo respaldo rango parcial fabricado bajo la norma IEEE C37.46 e IEEE C37.47.
- Seccionador de 3 posiciones "ON-OFF-GROUND" fabricado bajo la norma IEEE C37.74 o IEC 60265-1
- Orificio y tapón para llenado y prueba de hermeticidad (1 unidad)
- Válvula de drenaje y toma de muestras (1 unidad)
- Válvula de alivio de sobrepresión (1 unidad)
- Indicador de nivel de aceite tipo visor (1 unidad)

Los elementos premoldeados a suministrar con el transformador tipo pedestal deben cumplir con la especificación técnica del Grupo EPM ET-TD-ME-12-01 "Premoldeados".

5.2.2.3.1 Terminales de baja tensión

Los terminales de baja tensión deben cumplir lo indicado en la NTC 2501.

El neutro de baja tensión debe ser una platina conectada directamente al tanque o un terminal completamente aislado.

La posición y las distancias deben cumplir con las exigidas por las NTC 3997.

5.2.2.3.2 Compartimiento de alta y baja tensión

Las puertas de los compartimientos deben proporcionar adecuado espacio de operación y trabajo cuando sean removidas o abiertas, estar diseñadas para ser ancladas o removidas

| | | | |
|---|--|--------------------------------|---------------------------|
| ENERGÍA | TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN | ET-TD-ME06-01 | REV. 0 |
|  | TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN SUMERGIDO EN ACEITE | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E |
| | | APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&E | FECHA: 2017/01/01 |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES |  | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: UN |
| | | | PÁGINA: 21 de 32 |

manualmente cuando se encuentre en la posición abierta y el ángulo de apertura no puede ser menor 135°.

5.2.2.4 Transformadores trifásicos ocasionalmente sumergibles y sumergibles

Los transformadores deben ser tipo radial y deberán tener incorporado seccionador Apertura – Cierre (ON – OFF), para desenergizar el mismo. También deberán tener los fusibles respectivos (reemplazables) y adecuados, de acuerdo con las capacidades.

Los transformadores deberán ser diseñados y fabricados de acuerdo con lo establecido en la Norma NTC 4406 o la IEEE C57.12.24, en su última revisión.

Los transformadores sumergibles adicionalmente deben cumplir las mejores características de equipos sumergibles descritas en la norma técnica IEEE C57.12.40

Los transformadores serán instalados en cámaras subterráneas y deberán cumplir con las dimensiones máximas indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 11 Restricciones en las dimensiones generales

| POTENCIA (KVA) | LARGO (mm) | ANCHO (mm) | ALTO (mm) |
|----------------|------------|------------|-----------|
| 112.5 | 830 | 1250 | 1250 |
| 150 | 830 | 1250 | 1250 |
| 225 | 900 | 1250 | 1250 |
| 300 | 1200 | 2500 | 2250 |
| 400 | 1200 | 2500 | 2250 |
| 500 | 1200 | 2500 | 2250 |
| 750 | 1200 | 2500 | 2250 |

5.2.2.4.1 Accesorios principales

El Terminales de alta tensión deberá constar de un buje tipo pozo soldado a la tapa, un buje de inserto doble, un codo de desconexión bajo carga, y un buje de parqueo, la instalación de los bujes debe ser tal que no permita el paso de la humedad al interior del transformador.

Cada uno de los transformadores debe tener los siguientes accesorios

- Buje pozo (3 unidades)
- Buje inserto premoldeado dos salidas (3 unidades)
- Buje de parqueo (3 unidades)
- Soportes para bujes de parqueo (3 unidades)
- Codo premoldeado (3 unidades)
- DPS premoldeado tipo codo óxido de zinc (3 unidades)
- Soporte fusible bayoneta (3 unidades)
- Fusible bayoneta sensor dual intercambiable (3 unidades)

| | | | |
|---|---|---|--|
| ENERGÍA | TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN | ET-TD-ME06-01 | REV. 0 |
|  | TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN SUMERGIDO EN ACEITE | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E |
| | | APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&E | FECHA: 2017/01/01 |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES | |  ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: UN PÁGINA: 22 de 32 |

- Fusible de respaldo limitador de corriente de alta capacidad de interrupción (3 unidades), tipo respaldo rango parcial fabricado bajo la norma IEEE C37.46 e IEEE C37.47.
- Seccionador de 3 posiciones “ON-OFF-GROUND” fabricado bajo la norma IEEE C37.74 o IEC 60265-1
- Orificio y tapón para llenado y prueba de hermeticidad (1 unidad)
- Válvula de drenaje y toma de muestras (1 unidad)
- Válvula de alivio de sobrepresión (1 unidad)
- Indicador de nivel de aceite tipo visor (1 unidad)
- Terminales de baja tensión (4 unidades) dispuestos al costado izquierdo del equipo, tipo tornillo, con neutro accesible, dispuestos al interior de un encerramiento hermético que permita alojar la protección secundaria.
- Termómetro sumergible

Los elementos premoldeados a suministrar con el transformador tipo pedestal deben cumplir con la especificación técnica del Grupo EPM ET-TD-ME-12-01 “Premoldeados”.

6. ENSAYOS Y PRUEBAS

Las pruebas de recepción especificados en el presente documento, serán efectuadas en laboratorios propios del fabricante o de terceros y todos los instrumentos, equipos o sistemas de medición deben ser calibrados de tal manera que se garantice la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales e incluyan información sobre las medidas realizadas y las incertidumbres asociadas.

Se debe asegurar la trazabilidad de los instrumentos en el sistema de confirmación metrológica respaldándose en los certificados o informes de calibración para el equipo, que incluye y validen la fuente, fecha, incertidumbre y las condiciones bajo las cuales se obtuvieron los resultados.

La conformidad de producto se verificará mediante el certificado de producto con norma y RETIE y con pruebas de rutina e inspección en laboratorios con equipos calibrados que garanticen el cumplimiento de los parámetros aquí establecidos.

El fabricante o en su defecto el comercializador debe indicar en su oferta en cuál laboratorio se harán las pruebas de recepción para cada lote en las entregas parciales.

Estas pruebas están destinadas a eliminar los elementos que presenten defectos de fabricación.

El costo de los ensayos será a cargo del fabricante.

6.1 PRUEBAS TIPO

Los transformadores de distribución deben cumplir con las pruebas tipo que se relacionan siguiendo la metodología establecida en las normas NTC 837, 3445, 316, 836 y 3609.

| | | | |
|---|--|--------------------------------|--|
| ENERGÍA | TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN | ET-TD-ME06-01 | REV. 0 |
|  | TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN SUMERGIDO EN ACEITE | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E |
| | | APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&E | FECHA: 2017/01/01 |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES |  | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: UN PÁGINA: 23 de 32 |

- Tensión de impulso tipo descarga atmosférica
- Calentamiento
- Ensayo de aislamiento
- Ensayo de presión
- Ensayo del dispositivo de levantamiento
- Ensayo del dispositivo para colgar en poste

Adicionales para los transformadores autoprotegidos según la GTC 148.

- Verificación de la protección contra sobrecarga
- Verificación de soporte de corriente de magnetización
- Verificación de la protección contra cortocircuitos externos
- Verificación de la protección contra cortocircuitos internos

En caso de ser requeridos, el interventor o administrador del contrato podrá solicitar las pruebas tipo.

6.2 PRUEBAS DE RUTINA

Los transformadores de distribución deben cumplir con las pruebas de rutina que se relacionan siguiendo la metodología establecida en las normas NTC 375, 471, 1005, 1031 837 y 3609.

- Mediciones de la resistencia de los devanados.
- Medición de la relación de transformación, verificación de la polaridad y relación de fase.
- Medición de las tensiones de cortocircuito.
- Medición de las pérdidas con carga.
- Medición de las pérdidas y corriente sin carga (en vacío)
- Tensión aplicada
- Sobretensión inducida

Adicionalmente al transformador autoprotegido se debe realizar la prueba de “operación manual”, siguiendo la metodología de la GTC 148

6.3 PRUEBAS ESPECIALES

Los transformadores de distribución deben cumplir con la prueba especial que se relaciona siguiendo las metodologías establecidas en las normas NTC 532 y 3609.

- Aptitud para soportar el cortocircuito
- Ensayo de sobrepresión

6.4 PRUEBAS DE RECEPCIÓN

El fabricante debe proporcionar al interventor, administrador o gestor de contrato todas las

| | | | |
|---|--|--------------------------------|---------------------------|
| ENERGÍA | TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN | ET-TD-ME06-01 | REV. 0 |
|  | TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN SUMERGIDO EN ACEITE | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E |
| | | APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&E | FECHA: 2017/01/01 |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES |  | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: UN |
| | | PÁGINA: 24 de 32 | |

facilidades razonables para asegurarse que el material se presenta de acuerdo con esta especificación.

Todos los ensayos de recepción y la inspección se harán antes de la entrega, en el lugar de fabricación o en laboratorio de acuerdo a como se indica en el numeral 6 de esta especificación.

El interventor seleccionará los ensayos de rutina que considere necesarios para validar el cumplimiento de las especificaciones técnicas.

7. ROTULADO Y SEÑALIZACIÓN.

Los transformadores deben estar marcados con las leyendas “**GRUPO EPM**”, “**NO PCB**” y el número de empresa asignado. Provisto de una placa de características, en un material resistente, fijada en un lugar visible y que contenga la información relacionada de acuerdo a lo establecido en la norma NTC 618.

La marcación de la potencia, los pasatapas de media y baja tensión cumple con la NTC 1490 y se realiza en vinilo autoadhesivo y auto-reflectivo de color verde oscuro con una altura mínima de 60 mm.

8. EMPAQUE Y TRANSPORTE

8.1 EMPAQUE

Debe permitir su manejo de tal forma que, al requerirse cualquier movimiento para almacenamiento o transporte, sea fácil levantarlo por la base del empaque.

El empaque está conformado por:

Base: debe poseer vigas, travesaños o durmientes con una altura suficiente que permita el uso de montacargas. (Mínimo 10 cm).

Estructura vertical: conformada por un mínimo de cuatro elementos robustos colocados en las esquinas de la base y perpendicular a esta.

Refuerzos: deben ser laterales y superiores, resistentes y planos permitiendo la colocación de los transformadores en forma vertical.

Se debe proveer de un sistema de fijación entre el transformador y el empaque, constituyendo un solo conjunto, la fijación puede ser por zuncho, cuñas o tornillos.

8.2 TRANSPORTE

Durante el transporte se debe tener en cuenta y cumplir los requisitos técnicos y de seguridad para el manejo y transporte de esta clase de equipos por carretera en vehículos automotores

| | | | |
|---|--|-----------------------------------|--|
| ENERGÍA | TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN | ET-TD-ME06-01 | REV. 0 |
|  | TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN SUMERGIDO EN ACEITE | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E |
| | | APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&E | FECHA: 2017/01/01 |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES |  | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: UN PÁGINA: 25 de 32 |

en todo el territorio nacional, con el fin de minimizar los riesgos, garantizar la seguridad y proteger la vida y el medio ambiente, de acuerdo con las definiciones y clasificaciones establecidas en la Norma Técnica Colombiana NTC 2784 “Guía para el embalaje, almacenamiento y transporte de transformadores de distribución”, el decreto 1609 de 2002 expedido por el Ministerio de Transporte y demás normas que le sean aplicables para esta clase de equipos.

9. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

Los criterios de aceptación y el tipo de muestreo para todos los diferentes ensayos serán de acuerdo con lo indicado en la norma NTC-ISO 2859-1, y será potestad del interventor o administrador técnico aplicar el plan de muestreo señalado en este numeral.

Se procederá a la extracción de la muestra aleatoriamente, de tal manera que se asegure la representatividad del lote de acuerdo a lo indicado en la siguiente tabla:

**Tabla 12 Plan de muestreo para pruebas de recepción
(Nivel de Inspección I, NCA= 4%)**

| TAMAÑO DEL LOTE | TAMAÑO DE LA MUESTRA | CRITERIO DE ACEPTACIÓN |
|-----------------|----------------------|------------------------|
| 2 a 15 | 2 | 0 |
| 16 a 25 | 3 | 0 |
| 26 a 90 | 5 | 0 |
| 91 a 150 | 8 | 1 |
| 151 a 280 | 13 | 1 |
| 281 a 500 | 20 | 2 |
| 501 a 1200 | 32 | 3 |
| 1201 a 3200 | 50 | 5 |
| 3201 a 10000 | 80 | 7 |
| 10001 y mas | 125 | 10 |

Se considera que un (1) lote cumple con los requisitos dimensionales, mecánicos y eléctricos, cuando al probar todos los elementos de la muestra se encuentra el número de elementos defectuosos permitidos o menos.

En el lote rechazado el fabricante deberá ensayar cada uno de los elementos que lo componen, remitir los resultados de las pruebas a la empresa y solicitar nuevamente la inspección de los mismos.

Los elementos rechazados de los lotes aprobados y las unidades componentes de los lotes definitivamente rechazados no podrán formar parte del suministro en cumplimiento del pedido de la empresa.

10. CUADROS DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GARANTIZADAS

Todos los transformadores de distribución sumergidos en aceite deben cumplir con las dimensiones, características, normas de construcción y de pruebas mencionadas en esta

| | | | |
|---|---|---|---------------------------|
| ENERGÍA | TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN | ET-TD-ME06-01 | REV. 0 |
|  | TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN SUMERGIDO EN ACEITE | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E |
| | | APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&E | FECHA: 2017/01/01 |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES | |  ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: UN |
| | | | PÁGINA: 26 de 32 |

especificación y demostrarlo mediante certificación de producto bajo RETIE y normas de fabricación, cumpliendo con los cuadros de características técnicas solicitadas.

Tabla 13 Características técnicas garantizadas para transformadores convencionales.

| No | Características técnicas | Garantizada |
|-----------|---|--------------------------------|
| 1 | Nombre del fabricante | INDICAR |
| 2 | Las normas de fabricación y ensayos son la NTC 380, NTC 3609 y complementarias (referenciadas en ellas), NTC 618, NTC 836, NTC 1759 o normas internacionales equivalentes en sus últimas versiones. | SI () – NO () |
| 3 | Cumple los límites de calentamiento de la NTC 801 última versión. | SI () – NO () |
| 4 | La frecuencia nominal de operación es de 60 Hz | SI () – NO () |
| 5 | Los valores nominales de las derivaciones del conmutador para los transformadores monofásicos son: $\pm 2 \times 2.5\%$. | SI () – NO () |
| 6 | La refrigeración es ONAN o KNAN | SI () – NO () INDICAR () |
| 7 | Incluye transformadores de corriente conforme se establece en el numeral 5.1.3.3 del presente documento. | SI () – NO () |
| 8 | La pintura del transformador cumple con lo señalado en el numeral 5.1.4 del presente documento. | SI () – NO () |
| 9 | Garantiza los niveles de ruido señalados en el numeral 5.1.5 del presente documento. | SI () – NO () |
| 10 | Los bujes primarios se suministran con una cubierta protectora para fauna silvestre como se indica la especificación técnica ET-TD-ME-28-01 "Protectores de vida salvaje". | SI () – NO () |
| 11 | Los terminales de baja tensión en los transformadores cumplen con lo indicado en el numeral 5.1.6 del presente documento. | SI () – NO () |
| 12 | Indica en la Tabla 14 la información técnica de los transformadores ofrecidos | SI () – NO () |
| 13 | Requisitos específicos transformadores monofásicos | |
| 13.1 | Pérdidas en vacío y en carga máximas de acuerdo con la NTC 818 última versión. | SI () – NO () – NA () |
| 13.2 | Los transformadores con tensión primaria 4.16 kV y 7.62 kV tienen polaridad aditiva, grupo de conexión li6 | SI () – NO () – NA () |
| 13.3 | Los transformadores con tensión primaria 11.4 kV, 13.2 kV y 34.5 kV tienen polaridad sustractiva, grupo de conexión li0 | SI () – NO () – NA () |
| 13.4 | Los accesorios cumplen con la NTC1490 última versión y cuenta con 2 bujes de alta tensión | SI () – NO () – NA () |
| 13.5 | El dispositivo soporte para DPS se encuentran ubicados en el segmento señalado en el numeral 5.1.3.2. | SI () – NO () – NA () |
| 13.6 | Cuenta con indicador interno del nivel del líquido refrigerante como se indica en el numeral 5.2.1.1 del presente documento. | SI () – NO () – NA () |
| 14 | Requisitos específicos transformadores trifásicos | |
| 14.1 | Pérdidas en vacío y en carga máximas de acuerdo con la NTC 819 última versión. | SI () – NO () – NA () |
| 14.2 | Tienen grupo de conexión Dyn5 | SI () – NO () – NA () |
| 14.3 | Los accesorios deben cumplir con NTC 1656 última versión. | SI () – NO () – NA () |
| 14.4 | El dispositivo soporte para DPS se encuentran ubicados en el segmento señalado en el numeral 5.1.3.2. | SI () – NO () – NA () |
| 14.5 | Cuenta con indicador interno del nivel del líquido refrigerante como se indica en el numeral 5.2.2.1 del presente documento. | SI () – NO () – NA () |
| 15 | Tanque en acero inoxidable | |
| 15.1 | Cuando sea requerido, el tanque de los transformadores se suministrará en acero inoxidable conforme se indica en el numeral 5.1.7 del presente documento. | SI () – NO () – NA () |
| 16 | Frente muerto secundario | |

| | | | |
|---|--|-----------------------------------|---------------------------|
| ENERGÍA | TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN | ET-TD-ME06-01 | REV. 0 |
|  | TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN SUMERGIDO EN ACEITE | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E |
| | | APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&E | FECHA: 2017/01/01 |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES |  | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: UN |
| | | | PÁGINA: 27 de 32 |

| No | Características técnicas | Garantizada |
|-----------|--|--------------------------------|
| 16.1 | Cuando sea requerido, los transformadores se suministrarán con FRENTE MUERTO SECUNDARIO conforme se indica en el numeral 5.1.8 del presente documento. | SI () – NO () – NA () |
| 17 | Núcleo amorfo | |
| 17.1 | Cuando sea requerido, los transformadores se suministrarán con núcleo amorfo conforme se indica en el numeral 5.1.9 del presente documento. | SI () – NO () – NA () |
| 18 | Aceite dieléctrico | |
| 18.1 | El aceite refrigerante en los transformadores es mineral o vegetal y cumple con los requisitos señalados en el numeral 5.1.10 del presente documento. | SI () – NO () INDICAR () |
| 19 | Rotulado | |
| 19.1 | Garantiza el rotulado señalado en el numeral 7 de la presente especificación. | SI () – NO () |
| 20 | Empaque y Transporte | |
| 20.1 | El empaque de los transformadores está acorde con lo señalado en el numeral 8.1 del presente documento. | SI () – NO () |
| 20.2 | Se tendrán en cuenta las consideraciones señaladas en el numeral 8.2 del presente documento para el transporte de los transformadores. | SI () – NO () |
| 21 | Documentos técnicos | |
| 21.1 | Certificado de conformidad del producto con norma de fabricación* | SI () – NO () |
| 21.2 | Certificado de Conformidad del producto bajo RETIE* | SI () – NO () |
| 21.3 | Catálogo de los bienes ofrecidos | SI () – NO () |

* Se permite para los transformadores con núcleo de metal amorfo la entrega del certificado de conformidad de producto bajo RETIE y norma de fabricación junto con los bienes solicitados en el primer pedido.

Tabla 14 Información técnica de los transformadores convencionales

| Referencia | Potencia (kVA) | Material devanado primario | Material devanado secundario | Ancho (mm) | Largo (mm) | Alto (mm) | Peso (kg) | P ₀ (W) | P _c (W) |
|------------|----------------|----------------------------|------------------------------|------------|------------|-----------|-----------|--------------------|--------------------|
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Tabla 15 Características técnicas garantizadas para transformadores monofásicos autoprotegidos.

| No | Características técnicas | Garantizada |
|----|---|--------------------------------|
| 1 | Nombre del fabricante | INDICAR |
| 2 | Las normas de fabricación y ensayos son la NTC 380, NTC 3609 y complementarias (referenciadas en ellas), NTC 618, NTC 836, NTC 1759 o normas internacionales equivalentes en sus últimas versiones. | SI () – NO () |
| 3 | Cumple los límites de calentamiento de la NTC 801 última versión. | SI () – NO () |
| 4 | La frecuencia nominal de operación es de 60 Hz | SI () – NO () |
| 5 | Los valores nominales de las derivaciones del conmutador para los transformadores monofásicos son: $\pm 2 \times 2.5\%$. | SI () – NO () |
| 6 | La refrigeración es ONAN o KNAN | SI () – NO () INDICAR () |
| 7 | Incluye transformadores de corriente conforme se establece en el numeral 5.1.3.3 del presente documento. | SI () – NO () |
| 8 | La pintura del transformador cumple con lo señalado en el numeral 5.1.4 del presente documento. | SI () – NO () |

| | | | |
|---|--|--------------------------------|---------------------------|
| ENERGÍA | TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN | ET-TD-ME06-01 | REV. 0 |
|  | TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN SUMERGIDO EN ACEITE | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E |
| | | APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&E | FECHA: 2017/01/01 |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES |  | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: UN |
| | | | PÁGINA: 28 de 32 |

| No | Características técnicas | Garantizada |
|-----------|--|--------------------------------|
| 9 | Garantiza los niveles de ruido señalados en el numeral 5.1.5 del presente documento. | SI () – NO () |
| 10 | Los bujes primarios se suministran con una cubierta protectora para fauna silvestre como se indica la especificación técnica ET-TD-ME-28-01 “Protectores de vida salvaje”. | SI () – NO () |
| 11 | Los terminales de baja tensión en los transformadores cumplen con lo indicado en el numeral 5.1.6 del presente documento. | SI () – NO () |
| 12 | Indica en la Tabla 16 la información técnica de los transformadores ofrecidos | SI () – NO () |
| 13 | Requisitos específicos transformadores monofásicos auto protegidos | |
| 13.1 | Pérdidas en vacío y en carga máximas de acuerdo con la NTC 818 última versión. | SI () – NO () |
| 13.2 | Los transformadores con tensión primaria 4.16 kV y 7.62 kV tienen polaridad aditiva, grupo de conexión li6 | SI () – NO () |
| 13.3 | Los transformadores con tensión primaria 11.4 kV, 13.2 kV y 34.5 kV tienen polaridad sustractiva, grupo de conexión li0 | SI () – NO () |
| 13.4 | Los accesorios cumplen con la NTC1490 última versión y cuenta con 2 bujes de alta tensión | SI () – NO () |
| 13.5 | La conexión de los elementos de protección debe implementarse de acuerdo con lo exigido en el numeral 5.2.1.3 del presente documento. | SI () – NO () |
| 13.6 | Cuenta con indicador interno del nivel del líquido refrigerante como se indica en el numeral 5.2.1.1 del presente documento. | SI () – NO () |
| 14 | Aceite dieléctrico | |
| 14.1 | El líquido refrigerante en los transformadores es aceite mineral o vegetal y cumple con los requisitos señalados en el numeral 5.1.10 del presente documento. | SI () – NO () INDICAR () |
| 15 | Rotulado | |
| 15.1 | Garantiza el rotulado señalado en el numeral 7 de la presente especificación. | SI () – NO () |
| 16 | Empaque y Transporte | |
| 16.1 | El empaque de los transformadores está acorde con lo señalado en el numeral 8.1 del presente documento. | SI () – NO () |
| 16.2 | Se tendrán en cuenta las consideraciones señaladas en el numeral 8.2 del presente documento para el transporte de los transformadores. | SI () – NO () |
| 17 | Documentos técnicos | |
| 17.1 | Certificado de conformidad del producto con norma de fabricación | SI () – NO () |
| 17.2 | Certificado de Conformidad del producto bajo RETIE | SI () – NO () |
| 17.3 | Catálogo de los bienes ofrecidos | SI () – NO () |

Tabla 16 Información técnica de los transformadores autoprotegidos

| Referencia | Potencia (kVA) | Material devanado primario | Material devanado secundario | Ancho (mm) | Largo (mm) | Alto (mm) | Peso (kg) | P ₀ (W) | P _c (W) |
|------------|----------------|----------------------------|------------------------------|------------|------------|-----------|-----------|--------------------|--------------------|
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Tabla 17 Características técnicas garantizadas para transformadores tipo pedestal.

| No | Característica técnica | Garantizada |
|----|--|-----------------|
| 1 | Fabricante | INDICAR |
| 2 | La configuración del transformador es radial | SI () – NO () |

| | | | |
|---|--|--------------------------------|--|
| ENERGÍA | TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN | ET-TD-ME06-01 | REV. 0 |
|  | TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN SUMERGIDO EN ACEITE | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E |
| | | APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&E | FECHA: 2017/01/01 |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES |  | ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: UN PÁGINA: 29 de 32 |

| No | Característica técnica | Garantizada |
|-----------|--|--------------------------|
| 3 | Frecuencia nominal 60 Hz | SI () – NO () |
| 4 | Rango del cambiador de derivaciones $\pm 2 \times 2.5\%$ | SI () – NO () |
| 5 | La refrigeración es mediante circulación Natural de Aceite y Aire | SI () – NO () |
| 6 | Cumple los límites de calentamiento de la NTC 801 | SI () – NO () |
| 7 | Indica en la Tabla 18 la información técnica de los transformadores ofrecidos | SI () – NO () |
| 8 | Requisitos específicos transformadores monofásicos | |
| 8.1 | Norma de fabricación y ensayo NTC 5074 en sus últimas versiones | SI () – NO () – NA () |
| 8.2 | Los transformadores con tensión primaria 7.62 kV tienen polaridad aditiva, grupo de conexión li6 | SI () – NO () – NA () |
| 8.3 | Los transformadores con tensión primaria 13.2 kV tienen polaridad sustractiva, grupo de conexión li0 | SI () – NO () – NA () |
| 8.4 | Pérdidas en vacío y en carga máximas de acuerdo con la NTC 818 última versión. | SI () – NO () – NA () |
| 9 | Requisitos específicos transformadores trifásicos | |
| 9.1 | Norma de fabricación y ensayo NTC 3997 última versión | SI () – NO () – NA () |
| 9.2 | Grupo de conexión Dyn5 | SI () – NO () – NA () |
| 9.3 | Pérdidas en vacío y en carga máximas de acuerdo con la NTC 819 última versión. | SI () – NO () – NA () |
| 10 | Pintura | |
| 10.1 | La pintura del transformador cumple con lo señalado en el numeral 5.1.4 del presente documento. | SI () – NO () |
| 11 | Accesorios | |
| 11.1 | Incluye los accesorios indicados en los numerales 5.2.1.4 y 5.2.2.3 del presente documento. | SI () – NO () |
| 11.2 | Los accesorios premoldeados cumplen con lo especificado en documento ET-TD-ME-12-01 "Premoldeados". | SI () – NO () |
| 12 | Aceite dieléctrico | |
| 12.1 | El líquido refrigerante es aceite vegetal, el cual debe cumplir con lo establecido en el numeral 5.1.10 del presente documento. | SI () – NO () |
| 13 | Rotulado | |
| 13.1 | Garantiza el rotulado señalado en el numeral 7 de la presente especificación. | SI () – NO () |
| 14 | Empaque y Transporte | |
| 14.1 | El empaque de los transformadores está acorde con lo señalado en el numeral 8.1 del presente documento. | SI () – NO () |
| 14.2 | Se tendrán en cuenta las consideraciones señaladas en el numeral 8.2 del presente documento para el transporte de los transformadores. | SI () – NO () |
| 15 | Documentos técnicos | |
| 15.1 | Certificado de conformidad del producto con norma de fabricación | SI () – NO () |
| 15.2 | Certificado de Conformidad del producto bajo RETIE | SI () – NO () |
| 15.3 | Catálogo de los bienes ofrecidos | SI () – NO () |

Tabla 18 Información técnica de los transformadores pedestales

| Referencia | Potencia (kVA) | Material devanado primario | Material devanado secundario | Ancho (mm) | Largo (mm) | Alto (mm) | Peso (kg) | P ₀ (W) | P _c (W) |
|------------|----------------|----------------------------|------------------------------|------------|------------|-----------|-----------|--------------------|--------------------|
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| | | | |
|---|---|---|--|
| ENERGÍA | TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN | ET-TD-ME06-01 | REV. 0 |
|  | TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN SUMERGIDO EN ACEITE | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E |
| | | APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&E | FECHA: 2017/01/01 |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES | |  ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: UN PÁGINA: 30 de 32 |

Tabla 19 Características técnicas garantizadas para transformadores trifásicos ocasionalmente sumergibles y sumergibles.

| No | Característica técnica | Garantizada |
|-----------|---|----------------------|
| 1 | Fabricante | INDICAR |
| 2 | La configuración del transformador es radial | SI () – NO () |
| 3 | Frecuencia nominal 60 Hz | SI () – NO () |
| 4 | Grupo de conexión Dyn5 | SI () – NO () |
| 5 | Pérdidas, corriente sin carga y tensión de corto circuito según NTC 819 última versión | SI () – NO () |
| 6 | Rango del cambiador de derivaciones $\pm 2 \times 2.5\%$ | SI () – NO () |
| 7 | La refrigeración es mediante circulación Natural de Aceite y Aire | SI () – NO () |
| 8 | Indica en la Tabla 20 la información técnica de los transformadores ofrecidos | SI () – NO () |
| 9 | Características del transformador ocasionalmente sumergible | |
| 9.1 | Normas de fabricación y ensayo NTC 4406 o IEEE C57.12.24 en sus últimas versiones | SI ()-NO ()-NA () |
| 10 | Características del transformador Sumergible | |
| 10.1 | Normas de fabricación y ensayo NTC 4406 o IEEE C57.12.24 e IEEE C57.12.40, en lo que respecta a las mejores características descritas para transformadores totalmente sumergibles, en sus últimas versiones | SI ()-NO ()-NA () |
| 11 | Características del tanque y la pintura | |
| 11.1 | Tanque construido en lamina de acero inoxidable | SI () – NO () |
| 11.2 | La pintura del transformador cumple con lo señalado en el numeral 5.1.4 del presente documento. | SI () – NO () |
| 12 | Accesorios | |
| 12.1 | Incluye los accesorios indicados en el numeral 5.2.2.4.1 del presente documento. | SI () – NO () |
| 12.2 | Los accesorios premoldeados cumplen con lo especificado en documento ET-TD-ME-12-01 "Premoldeados". | SI () – NO () |
| 13 | Aceite dieléctrico | |
| 13.1 | El líquido refrigerante es aceite vegetal, el cual debe cumplir con lo establecido en el numeral 5.1.10 del presente documento. | SI () – NO () |
| 13.2 | Considera las dimensiones máximas señaladas en la Tabla 11 del presente documento. | SI () – NO () |
| 14 | Rotulado | |
| 14.1 | Garantiza el rotulado señalado en el numeral 7 de la presente especificación. | SI () – NO () |
| 15 | Empaque y Transporte | |
| 15.1 | El empaque de los transformadores está acorde con lo señalado en el numeral 8.1 del presente documento. | SI () – NO () |
| 15.2 | Se tendrán en cuenta las consideraciones señaladas en el numeral 8.2 del presente documento para el transporte de los transformadores. | SI () – NO () |
| 16 | Documentos técnicos | |
| 16.1 | Certificado de conformidad del producto con norma de fabricación | SI () – NO () |
| 16.2 | Certificado de Conformidad del producto bajo RETIE | SI () – NO () |
| 16.3 | Catálogo de los bienes ofrecidos | SI () – NO () |

Tabla 20 Información técnica de los transformadores sumergibles y semisumergibles

| Referencia | Potencia (kVA) | Material devanado primario | Material devanado secundario | Ancho (mm) | Largo (mm) | Alto (mm) | Peso (kg) | P ₀ (W) | P _c (W) |
|------------|----------------|----------------------------|------------------------------|------------|------------|-----------|-----------|--------------------|--------------------|
| | | | | | | | | | |

| | | | |
|---|---|---|---------------------------|
| ENERGÍA | TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN | ET-TD-ME06-01 | REV. 0 |
|  | TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN SUMERGIDO EN ACEITE | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E |
| | | APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&E | FECHA: 2017/01/01 |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES | |  ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: UN |
| | | | PÁGINA: 31 de 32 |

| Referencia | Potencia (kVA) | Material devanado primario | Material devanado secundario | Ancho (mm) | Largo (mm) | Alto (mm) | Peso (kg) | P ₀ (W) | P _c (W) |
|------------|----------------|----------------------------|------------------------------|------------|------------|-----------|-----------|--------------------|--------------------|
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Grupo **epm**[®]

| | | | |
|---|---|---|---------------------------|
| ENERGÍA | TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN | ET-TD-ME06-01 | REV. 0 |
|  | TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN SUMERGIDO EN ACEITE | ELABORÓ: UNIDAD CET N&E | REVISÓ: UNIDAD CET N&E |
| | | APROBÓ: JEFE UNIDAD CET N&E | FECHA: 2017/01/01 |
| CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y ESPECIFICACIONES | |  ESCALA: N/A | UNIDAD DE MEDIDA: UN |
| | | | PÁGINA: 32 de 32 |