

**Manual de instrucciones para el embalaje, transporte,  
manipulación, instalación, almacenamiento y  
mantenimiento de transformadores tipo SECO**



## Contenido

|       |                                                                 |    |
|-------|-----------------------------------------------------------------|----|
| 1.    | Seguridad y riesgos .....                                       | 5  |
| 1.1   | Seguridad Personal .....                                        | 5  |
| 1.2   | Tipos de riesgos .....                                          | 5  |
| 2.    | Introducción .....                                              | 8  |
| 2.1   | Transformador seco encapsulado en resina epóxica o seco F ..... | 9  |
| 2.1.1 | Clases climáticas .....                                         | 9  |
| 2.1.2 | Clases ambientales .....                                        | 9  |
| 2.1.3 | Clases de comportamiento al fuego .....                         | 10 |
| 2.2   | Transformador seco con bobinado abierto o seco H.....           | 10 |
| 2.2.1 | Clase 1.2 kV .....                                              | 10 |
| 2.2.2 | Clase 15 kV .....                                               | 11 |
| 3.    | Definiciones .....                                              | 12 |
| 3.1   | Transformador .....                                             | 12 |
| 3.2   | Transformador tipo SECO .....                                   | 12 |
| 3.3   | Transformador tipo seco con devanados encapsulados .....        | 12 |
| 3.4   | Transformador tipo seco con devanados no encapsulados .....     | 12 |
| 3.5   | Transformador tipo SECO totalmente encerrado .....              | 12 |
| 3.6   | Transformador tipo SECO encerrado .....                         | 12 |
| 3.7   | Transformador tipo SECO sellado.....                            | 12 |
| 3.8   | Devanado primario .....                                         | 12 |
| 3.9   | Devanado secundario .....                                       | 12 |
| 3.10  | Devanado de media tensión.....                                  | 12 |
| 3.11  | Devanado de baja tensión.....                                   | 12 |
| 3.12  | Autoextinguible.....                                            | 12 |
| 3.13  | Embalaje.....                                                   | 12 |
| 3.14  | Base del embalaje.....                                          | 12 |
| 3.15  | Peligro .....                                                   | 13 |
| 3.16  | Riesgo.....                                                     | 13 |
| 3.17  | Resina epóxica.....                                             | 13 |
| 3.18  | Magnetostricción.....                                           | 13 |
| 3.19  | Superficie de radiación principal.....                          | 13 |
| 3.20  | Superficie de medición.....                                     | 13 |
| 3.21  | Contorno prescrito.....                                         | 13 |
| 4.    | Abreviaciones.....                                              | 14 |
| 5.    | Manipulación.....                                               | 15 |
| 6.    | Embalaje.....                                                   | 18 |
| 7.    | Transporte.....                                                 | 20 |
| 7.1   | Transformadores sin huacal .....                                | 21 |
| 7.2   | Transformadores con huacal .....                                | 21 |
| 7.3   | Consideraciones especiales.....                                 | 22 |
| 7.4   | Descargue.....                                                  | 23 |
| 8.    | Recepción .....                                                 | 24 |

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| 9. Almacenamiento.....                                            | 26 |
| 10. Accesorios .....                                              | 27 |
| 10.1 Accesorios normales .....                                    | 27 |
| 10.2 Accesorios especiales .....                                  | 27 |
| 10.3 Ilustración accesorios .....                                 | 27 |
| 10.3.1 Aislador de MT .....                                       | 27 |
| 10.3.2 Aislador y terminal BT.....                                | 28 |
| 10.3.3 Ruedas orientables.....                                    | 28 |
| 10.3.4 Placa de características.....                              | 29 |
| 10.3.5 Cambiador de derivaciones .....                            | 29 |
| 10.3.6 Dispositivo para izar el transformador .....               | 30 |
| 10.3.7 Sistema de puesta a tierra .....                           | 31 |
| 10.3.8 Monitor de temperatura.....                                | 31 |
| 11. Marcación terminales .....                                    | 32 |
| 11.1 Marcación norma NTC.....                                     | 32 |
| 11.2 Marcación norma ANSI .....                                   | 32 |
| 11.3 Índice horario .....                                         | 32 |
| 11.4 Grupo de conexión .....                                      | 33 |
| 12. Revisión y pruebas antes de la instalación .....              | 34 |
| 12.1 Revisión.....                                                | 34 |
| 12.2 Pruebas .....                                                | 35 |
| 12.2.1 Relación de transformación (TTR) .....                     | 35 |
| 12.2.2 Resistencia de los devanados de MT y BT o continuidad..... | 36 |
| 12.2.3 Resistencia de los aislamientos .....                      | 38 |
| 12.2.4 Medición del nivel de ruido (nivel de presión sonora)..... | 39 |
| 12.2.5 Pruebas a los dispositivos de control o protección.....    | 41 |
| 13. Instalación y puesta en servicio.....                         | 42 |
| 13.1 Montaje.....                                                 | 42 |
| 13.1.1 Requerimientos generales de la celda .....                 | 43 |
| 13.2 Sistema de puesta a tierra .....                             | 43 |
| 13.3 Secuencia de conexión .....                                  | 44 |
| 13.4 Puesta en servicio .....                                     | 45 |
| 14. Transformadores con dos o más meses en almacenamiento .....   | 47 |
| 15. Mantenimiento .....                                           | 49 |
| 15.1 Mantenimiento preventivo .....                               | 49 |
| 15.1.1 Inspección externa.....                                    | 49 |
| 15.1.2 Inspección general.....                                    | 50 |
| 15.1.3 Pruebas eléctricas de rutina .....                         | 50 |
| 15.1.4 Pruebas a los dispositivos de control o protección.....    | 50 |
| 15.2 Mantenimiento correctivo .....                               | 50 |
| 16. Reparación.....                                               | 53 |
| 17. Problemas y posibles soluciones.....                          | 54 |
| 18. Torques de ajuste.....                                        | 57 |
| 18.1 Tornillería en general .....                                 | 57 |



|      |                                          |    |
|------|------------------------------------------|----|
| 18.2 | Conmutador de derivaciones .....         | 57 |
| 18.3 | Aislador resina epóxica .....            | 57 |
| 19.  | Medio ambiente .....                     | 58 |
| 20.  | Términos y condiciones de garantía ..... | 60 |
| 21.  | Contáctenos .....                        | 61 |

## 1. Seguridad y riesgos

Lea cuidadosamente este manual de instrucciones antes de intervenir el producto, hacer caso omiso a las instrucciones puede generar daño a la propiedad, lesiones graves o puede causar la muerte.

El producto cubierto en este manual, debe ser intervenido solo por personal calificado.

Este manual contiene información importante para la seguridad del personal y del producto.

Si se presenta algún problema no contemplado en el presente manual, contáctese con MAGNETRON S.A.S.

Cuando se trabaja con transformadores, los operadores se exponen a una serie de riesgos y peligros, es muy importante conocerlos para eliminar o minimizar las situaciones o condiciones que puedan ocasionar daño.

### 1.1 Seguridad Personal

- Detenga cualquier actividad si las condiciones de trabajo no son seguras.

- Todos los integrantes del equipo deben conocer las instrucciones de este manual, las prácticas de seguridad establecidas en el lugar de trabajo y la legislación aplicable.
- Utilice ropa y elementos de protección personal acorde con el trabajo a realizar.
  - ✓ Camisa de algodón manga larga.
  - ✓ Botas de seguridad dieléctrica.
  - ✓ Guantes de carnaza o dieléctricos.
  - ✓ Guantes de látex (manipulación de herramientas).
  - ✓ Lentes de seguridad.
  - ✓ Lentes oscuros para protección solar (actividades en campo).
  - ✓ Casco.
  - ✓ Evite el uso de ropa holgada.
  - ✓ No use anillos, relojes, cadenas, aretes o cualquier elemento personal que le pueda generar daño.
  - ✓ No utilice tenis, shorts, camisas de manga corta y audífonos.

### 1.2 Tipos de riesgos

#### ➤ Riesgos físicos

Se refiere a todos los factores ambientales que dependen de las

propiedades físicas de los cuerpos y que actúan sobre los tejidos y órganos del cuerpo del trabajador, pueden producir efectos nocivos de acuerdo con la intensidad y tiempo de exposición de los mismos.

Están relacionados con la probabilidad inminente de sufrir un daño corporal con o sin contacto directo, se pueden clasificar como laboral o ambiental.

Son los más habituales y pueden ser provocados por las condiciones peligrosas en el trabajo:

- ✓ Ruidos,
- ✓ Iluminación,
- ✓ Temperatura,
- ✓ Humedad,
- ✓ Radiaciones,
- ✓ Vibraciones,
- ✓ Electricidad.

A continuación, se listan algunas actividades que se deben ejecutar:

- Instale iluminación localizada en aquellos puestos de trabajo que lo requieran, cuando la iluminación general sea moderada y pueda resultar insuficiente.
- Evite zonas de flujo muerto (donde el aire no circula).
- Utilice equipos de trabajo que generen bajos niveles de ruido.
- Ubique los equipos o fuentes ruidosas en lugares apartados, si es posible.

- Disminuya el tiempo de exposición.
- Establezca un sistema de rotación de lugares de trabajo.
- Utilice pantallas o blindaje de protección, para fuentes radiactivas.
- Aplique las 5 reglas de oro al trabajar con energía.



Figura 1: 5 reglas de oro

### ➤ Riesgos mecánicos

Están asociados al conjunto de factores físicos que pueden dar lugar a una lesión por la acción mecánica de elementos de máquinas, herramientas, piezas a trabajar o materiales proyectados, sólidos o fluidos.

El riesgo mecánico puede producirse en toda operación que

implique manipulación de herramientas manuales, maquinaria, manipulación de vehículos, utilización de dispositivos de elevación.

- ✓ Choque contra objetos móviles o inmóviles,
- ✓ Golpes,
- ✓ Cortes,
- ✓ Atrapamientos por vuelco de máquinas o vehículos,
- ✓ Atrapamientos por o entre objetos,
- ✓ Proyección de fragmentos o partículas,
- ✓ Caídas de objetos en manipulación.

A continuación, se listan algunas actividades que se deben ejecutar:

- Formar a los trabajadores en materia preventiva, de forma teórica y práctica, sobre los equipos de trabajo necesarios para su puesto de trabajo.
- Garantizar las condiciones y forma correcta de uso de maquinaria, en base a las instrucciones del fabricante.
- Promover la consulta y participación de los trabajadores en aspectos relacionados con los riesgos mecánicos.
- Garantizar la vigilancia periódica del estado de salud de los trabajadores.

- En caso de presentarse accidentes o enfermedades profesionales debidas a los riesgos mecánicos, se debe investigar y aplicar las medidas correctoras necesarias para que no vuelva a ocurrir.



Figura 2: Señales de riesgo mecánico

## 2. Introducción

La norma IEEE C57.12.80 define el transformador como un dispositivo eléctrico estático que consta de un devanado, o dos o más devanados acoplados, con o sin núcleo magnético, para introducir el acoplamiento mutuo entre circuitos eléctricos. Los transformadores se utilizan ampliamente en los sistemas de energía eléctrica para transferir energía por inducción electromagnética entre circuitos a la misma frecuencia, generalmente con valores de voltaje y corriente modificados.

Así mismo, define el transformador tipo seco como un transformador en el que el núcleo y las bobinas están en un medio aislante compuesto gaseoso o seco.

Históricamente, los transformadores sumergidos en líquido aislante han sido la opción más utilizada en las redes eléctricas, pero, debido a algunos problemas asociados con el manejo ambiental, la probabilidad de incendio, el control de fugas y el mantenimiento general han motivado la evolución y utilización de los transformadores tipo seco

En la actualidad, el uso del transformador cumple un rol muy importante en el suministro eléctrico. Una falla en su funcionamiento puede generar enormes inconvenientes para las empresas, la industria o la población, ya que todos utilizan por

igual el servicio eléctrico en sus actividades cotidianas.

Los transformadores secos se constituyen normalmente por una parte activa conformada por el núcleo (circuito magnético), la bobina (circuito eléctrico) y la brida, la cual se define dependiendo del tipo de transformador.

En el mercado existen varios tipos de transformadores tipo seco, la letra o nombre indica los límites de incremento de la temperatura de acuerdo al aislamiento utilizado.

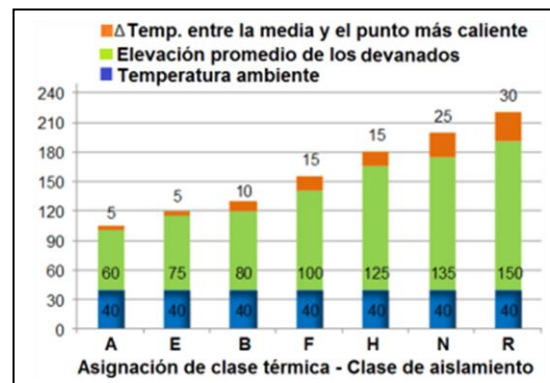


Figura 3: Límites de incremento de la temperatura (IEC 60076-11 – IEC 60085)

MAGNETRON S.A.S. ofrece a sus clientes dos tipos de transformadores secos:

- Transformador encapsulado en resina epóxica o seco clase F.
- Transformador con bobinado abierto o seco clase H.

## **2.1 Transformador seco encapsulado en resina epóxica o seco F**

Han alcanzado un alto grado de confiabilidad, de tal forma que, pueden ser utilizados en lugares con elevado porcentaje de humedad y contaminación, eliminando problemas como riesgos de incendio y emisiones de sustancias tóxicas y nocivas.

Están fabricados con materiales aislantes que retardan la llama y son autoextinguibles.

El transformador encapsulado en resina epóxica se encuentra diseñado para trabajar en condiciones adversas.

Este tipo de transformadores se clasifican de acuerdo a las condiciones del clima, el medio ambiente y el comportamiento frente al fuego

### **2.1.1 Clases climáticas**

- **Clase C1:** El transformador es apto para funcionar a temperatura ambiente no inferior a  $-5^{\circ}\text{C}$ , pero pueden estar expuestos durante el transporte y el almacenamiento a temperaturas ambiente inferiores a  $-25^{\circ}\text{C}$ .
- **Clase C2:** El transformador es apto para operación, transporte y almacenamiento a temperatura ambiente de hasta  $-25^{\circ}\text{C}$ .

- **Clase C3:** El transformador es apto para el transporte y el almacenamiento hasta  $-40^{\circ}\text{C}$  y para el funcionamiento hasta  $-25^{\circ}\text{C}$ .
- **Clase C4:** El transformador es adecuado para el transporte y el almacenamiento hasta  $-50^{\circ}\text{C}$  y para el funcionamiento hasta  $-40^{\circ}\text{C}$ .
- **Clase C5:** El transformador es adecuado para el transporte y el almacenamiento hasta  $-60^{\circ}\text{C}$  y para el funcionamiento hasta  $-50^{\circ}\text{C}$ .

### **2.1.2 Clases ambientales**

Las condiciones ambientales se identifican en términos de humedad, condensación, contaminación y temperatura ambiente.

**Nota:** Estos son importantes no solo durante el servicio sino también durante el almacenamiento antes de la instalación.

Con respecto a la humedad, la condensación y la contaminación, se definen tres clases ambientales diferentes:

**Clase E0:** No se produce condensación en los transformadores y la contaminación es insignificante.

Esto se logra comúnmente en una instalación interior limpia y seca.

**Clase E1:** Puede ocurrir condensación ocasional en el transformador (cuando el transformador está desenergizado), la contaminación limitada es posible.

**Clase E2:** Condensación frecuente o fuerte contaminación o combinación de ambas.

**Clase E3:** Condensación frecuente o contaminación media o combinación de ambas.

**Clase E4:** Condensación frecuente o fuerte contaminación o combinación de ambos

### 2.1.3 Clases de comportamiento al fuego

**Clase F0:** No hay riesgo especial de incendio a considerar.

Excepto por las características inherentes al diseño del transformador, no se toman medidas especiales para limitar la inflamabilidad.

No obstante, se minimizará la emisión de sustancias tóxicas y humos opacos.

**Clase F1:** Transformadores sujetos a riesgo de incendio. Se requiere inflamabilidad restringida.

Se minimizará la emisión de sustancias tóxicas y humos opacos

MAGNETRON S.A.S ofrece a sus clientes transformadores secos clase F con las clasificaciones C3, E4, F1.

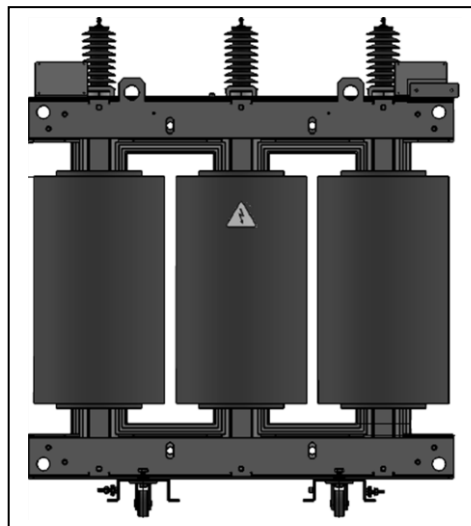


Figura 4: Seco encapsulado – Clase F

## 2.2 Transformador seco con bobinado abierto o seco H

Utiliza el aire como medio aislante, por esta razón la temperatura de los devanados suele ser mayor que en los transformadores inmersos en líquido aislante.

MAGNETRON S.A.S. utiliza en su proceso de fabricación material que soporta hasta 180°C, resistente a la humedad y autoextinguible.

En este tipo de transformadores, MAGNETRON S.A.S. fabrica dos tipos:

### 2.2.1 Clase 1.2 kV

Usualmente no llevan derivaciones de voltaje y se confinan en gabinetes que los protegen de los agentes atmosféricos, se suministran celdas con el grado de

protección (IP) que el cliente solicite.

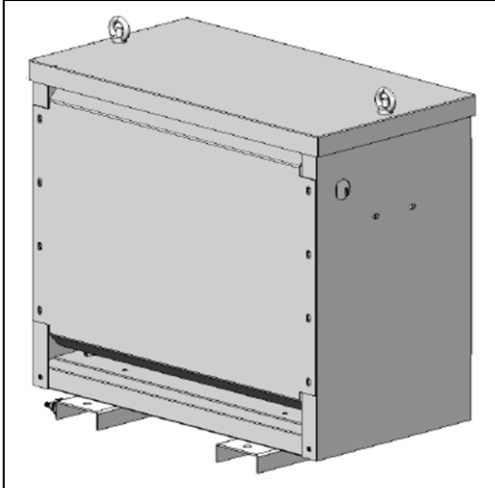


Figura 5: Seco clase 1.2 kV

### 2.2.2 Clase 15 kV

Se construyen con bobinados de sección circular y núcleos apilados de sección escalonada. Todo su esquema de aislamiento está diseñado con materiales clase 180°C, para que soporte las condiciones de calentamiento y sobrecarga establecidas por norma.

No llevan gabinete porque están diseñados para ser incluidos dentro de celdas en las subestaciones de media tensión.

**Nota:** El gabinete se puede incorporar bajo solicitud del cliente.

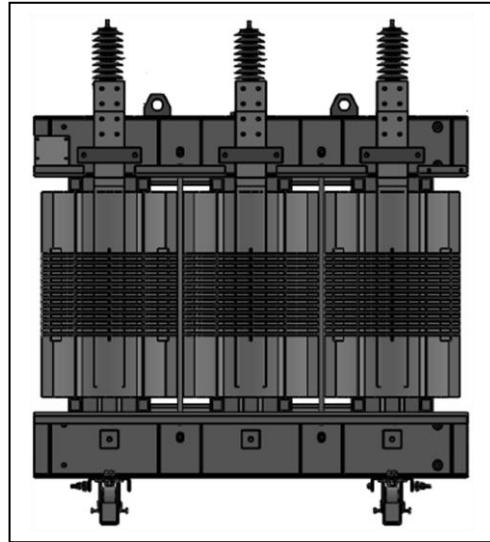


Figura 6: Seco clase 15 kV

Los transformadores tipo seco fabricados por MAGNETRON S.A.S. se utilizan principalmente en centros comerciales, hospitales, escuelas, túneles, bancos, aeropuertos, entre otros.

La información, las recomendaciones, las descripciones y las notas de seguridad recopiladas en este documento son basadas en guías, normas y en la experiencia de MAGNETRON S.A.S.

Esta información no incluye ni cubre todas las contingencias, por lo tanto, si requiere mayor información comuníquese con MAGNETRON S.A.S.



### **3. Definiciones**

#### **3.1 Transformador**

Dispositivo eléctrico sin partes en movimiento que transforma la energía eléctrica en sus dos factores principales: Voltaje y Corriente.

#### **3.2 Transformador tipo SECO**

Dispositivo en el cual el núcleo y los devanados no están inmersos en líquido.

#### **3.3 Transformador tipo seco con devanados encapsulados**

Dispositivo que tiene uno o más devanados encapsulados con aislamiento sólido.

#### **3.4 Transformador tipo seco con devanados no encapsulados**

Dispositivo que no tiene ninguno de sus devanados encapsulados con aislamiento sólido.

#### **3.5 Transformador tipo SECO totalmente encerrado**

Dispositivo inmerso en aire con encerramiento de protección construido de tal manera que el aire del ambiente no circula para enfriar el núcleo y los devanados pero que puede airearse con la atmósfera.

#### **3.6 Transformador tipo SECO encerrado**

Dispositivo con encerramiento de protección construido de manera que el aire del ambiente pueda circular para enfriar directamente el núcleo y los devanados.

#### **3.7 Transformador tipo SECO sellado**

Dispositivo en aire o sumergido en aire o gas, con encerramiento de protección sellado, construido de tal forma que no existe intercambio entre su contenido y la atmósfera exterior, es decir, no es ventilado.

#### **3.8 Devanado primario**

Devanado que se conecta a una fuente de alimentación.

#### **3.9 Devanado secundario**

Devanado al cual se conecta una carga.

#### **3.10 Devanado de media tensión**

Devanado que presenta el mayor voltaje.

#### **3.11 Devanado de baja tensión**

Devanado que presenta la menor tensión.

#### **3.12 Autoextinguible**

Material que deja de arder al separarlo de una llama o foco de calor externo.

#### **3.13 Embalaje**

Cubierta fabricada normalmente en madera en la que se embalan los transformadores durante el almacenamiento y transporte.

#### **3.14 Base del embalaje**

Estructura plana y fuerte fabricada en madera o metal que sirve para proteger y soportar el peso del transformador.

### **3.15 Peligro**

Situación inherente con capacidad de causar lesiones o daños a la salud de las personas.

### **3.16 Riesgo**

Combinación de la probabilidad de que ocurra un suceso peligroso con la gravedad de las lesiones o daños para la salud que pueda causar tal suceso.

### **3.17 Resina epóxica**

La resina epóxica, epoxi, porcelanato o cristal líquido es un polímero termoestable que pasa de estado líquido a sólido cuando se le aplica un endurecedor o catalizador.

### **3.18 Magnetostricción**

Es una propiedad concreta de los materiales ferromagnéticos y se refiere a su capacidad para cambiar de forma en presencia de campos magnéticos.

### **3.19 Superficie de radiación principal**

Superficie hipotética que envuelve el objeto bajo prueba. Se asume que desde esta superficie es irradiado el sonido.

### **3.20 Superficie de medición**

Superficie hipotética que envuelve la superficie de radiación principal y sobre la cual se ubican los puntos de medición.

### **3.21 Contorno prescrito**

Línea horizontal sobre la cual se localizan los puntos de medición.

## 4. Abreviaciones

|        |                                                                                         |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| A      | Amperios                                                                                |
| ANSI   | Instituto Nacional<br>Estadounidense de<br>Estándares                                   |
| MT     | Media tensión                                                                           |
| BT     | Baja tensión                                                                            |
| DPS    | Dispositivo para<br>sobretensiones (pararrayos)                                         |
| IEC    | International Electrotechnical<br>Commission (Comisión<br>Electrotécnica Internacional) |
| IEEE   | Instituto de ingenieros<br>eléctricos y electrónicos                                    |
| kg     | Kilogramo                                                                               |
| kV     | Kilovoltio                                                                              |
| kVA    | Kilo voltio amperios                                                                    |
| lbf.ft | Libras fuerza pie                                                                       |
| m      | Metro                                                                                   |
| máx    | Máximo                                                                                  |
| mín    | Mínimo                                                                                  |
| mΩ     | Miliohmios                                                                              |
| MΩ     | Megaohmios                                                                              |
| NTC    | Norma técnica colombiana                                                                |
| Pn     | Punto neutro                                                                            |
| SPT    | Sistema de puesta a tierra                                                              |
| T      | Tierra                                                                                  |
| TTR    | Transformer turns ratio<br>(relación de vueltas del<br>transformador)                   |

## 5. Manipulación

**Precaución:** El transformador debe ser manipulado en posición vertical.

**Precaución:** Por ningún motivo debe apoyarse en los aisladores de MT, los terminales de BT, las conexiones, las bobinas ni pararse encima del transformador.

Conserve el transformador en la base (madera o metálica) sobre la cual se despacha hasta el sitio donde será instalado, ya que esta le brinda una mayor protección.

También, se puede conservar sobre las ruedas orientables o en el huacal (si lo lleva).

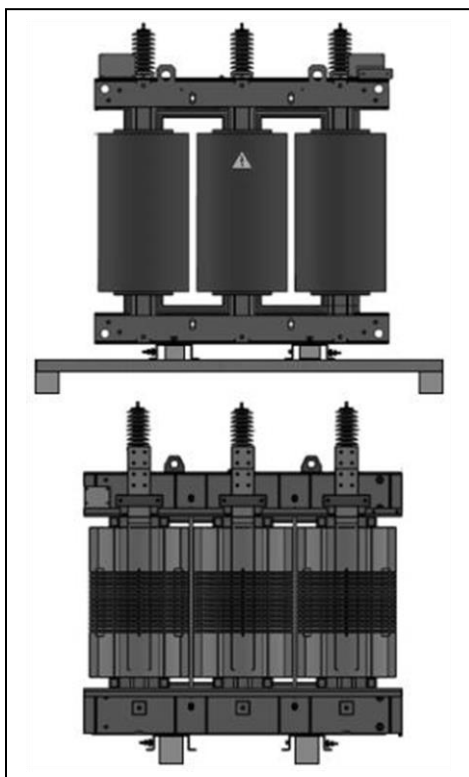


Figura 7: Transformadores sobre bases de madera

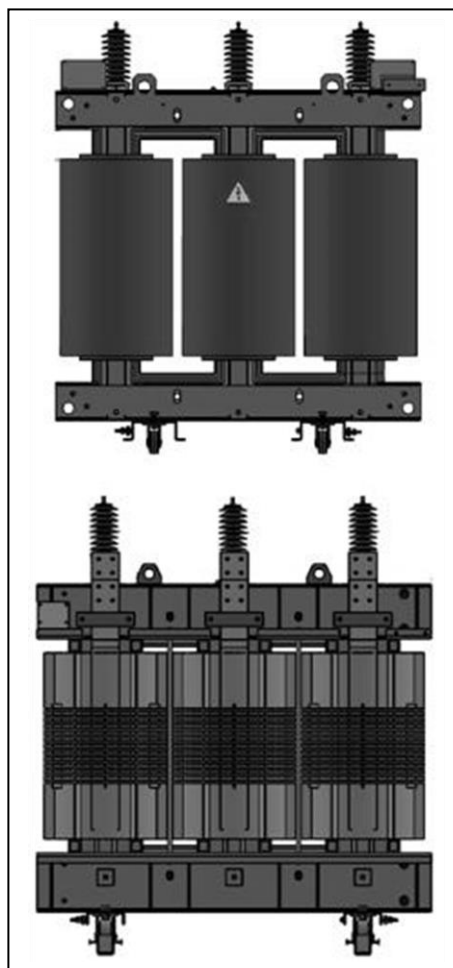


Figura 8: Transformador sobre las ruedas orientables

Por ningún motivo permita que el transformador sea arrastrado directamente sobre el piso, la estructura metálica puede sufrir deformaciones o la pintura podría deteriorarse dando lugar a la oxidación de la lámina; también, se pueden presentar desajustes en la estructura ocasionando daños potenciales en el transformador.

No está permitido empujar el transformador apoyándose sobre las bobinas, los terminales de MT o BT,

las conexiones ni sobre los accesorios.

De ser requerido, puede apoyarse en las bridas que sujetan el circuito magnético para empujarlo.

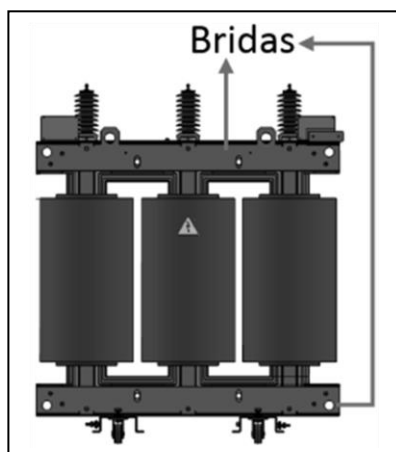


Figura 9: Puntos de apoyo para empujar el transformador

El transformador solo se debe elevar o izar utilizando las cuatro (4) orejas de levante, para transportarlo, utilice montacargas o grúa.

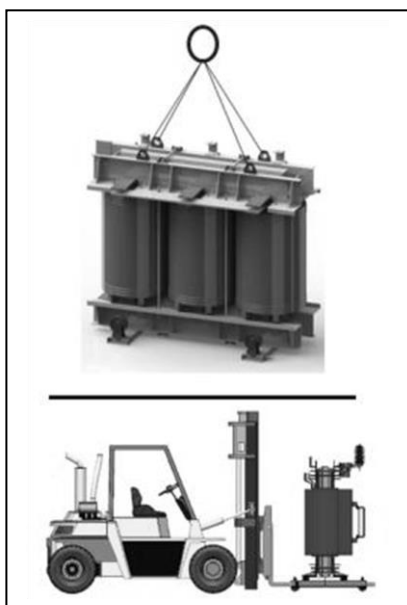


Figura 10: Manipulación transformadores

No levante o mueva el transformador colocando palancas o gatos debajo de accesorios, conexiones u otros dispositivos, estos elementos no están diseñados para ser sometidos a este tipo de esfuerzos y pueden presentarse rupturas, deformaciones o desajustes.

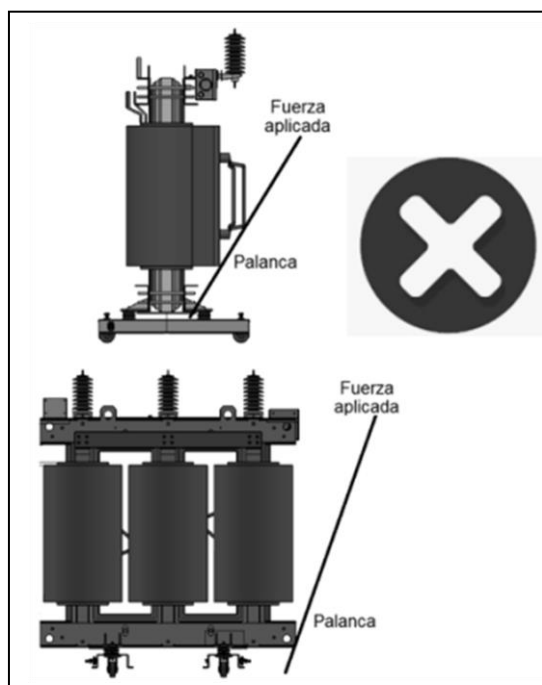


Figura 11: Manipulación inadecuada

Cuando un transformador no pueda ser manipulado por medio de grúa, diferencial, monta carga o porta estiba, podrá moverse deslizándolo sobre sus ruedas, patines o rodillos, teniendo cuidado de no dañar la base o de no dejarlo caer.

Utilice rodillos o patines acordes al peso del producto y en la cantidad suficiente para distribuir el peso del mismo.

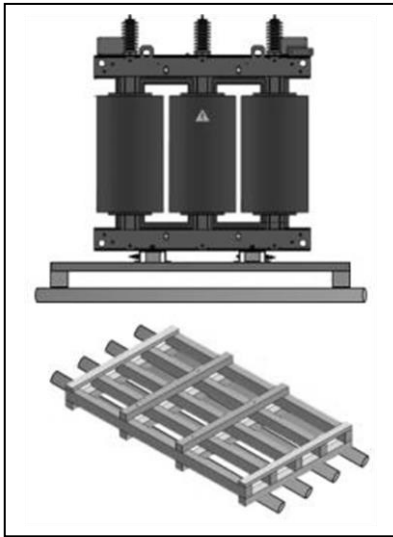


Figura 12: Uso de rodillos o patines para transporte

Los transformadores están provistos con dispositivos de izaje u orejas de levante que se utilizan para manipularlo con grúa, se deben utilizar eslingas de fibra ya que estas ayudan a proteger la pintura.

Si utiliza cadenas o estrobos metálicos, asegúrese de cubrir las partes en contacto para evitar desprendimiento de pintura.

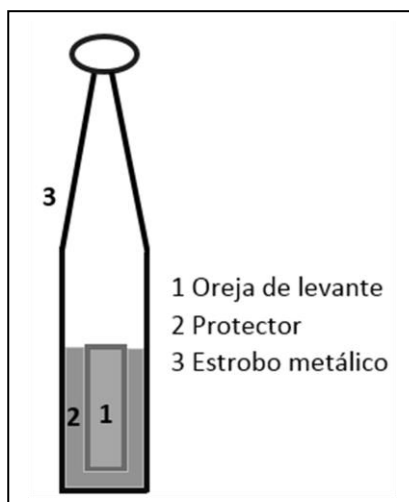


Figura 13 Protección pintura en las orejas de levante

No utilice las orejas de levante para transportar el transformador, estos dispositivos están diseñados solo para izarlo.

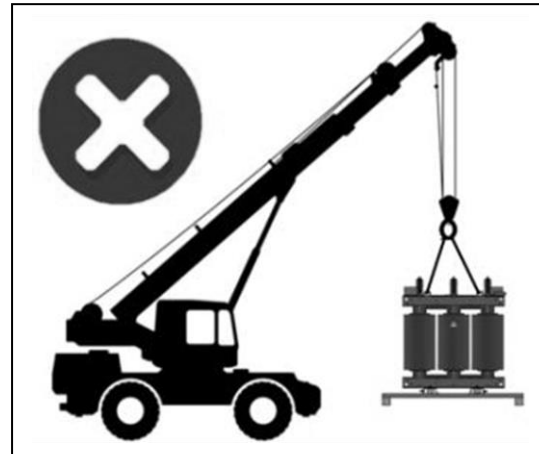


Figura 14: Prohibido transportar de las orejas de levante

## 6. Embalaje

El embalaje del transformador debe permitir el manejo de tal forma que, al requerirse cualquier movimiento para su almacenamiento o transporte, sea fácil levantarlo por la base del embalaje.

La base del embalaje debe tener una altura mínima de 10 cm para permitir el ingreso de una monta carga o una porta estiba.

La base (madera o metálica) se puede construir de modo que el transformador se pueda manipular por el frente, el posterior o por los laterales.

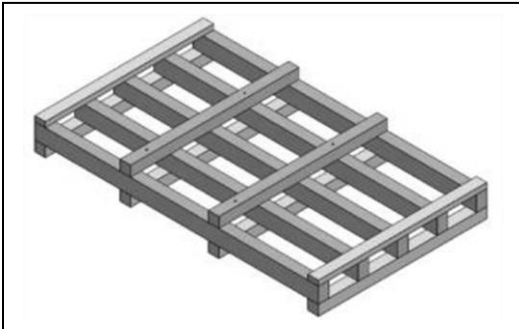


Figura 15: Base de madera para manipulación por cualquier lado

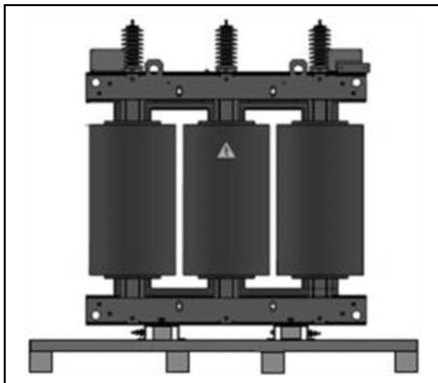


Figura 16: Transformador en base de madera

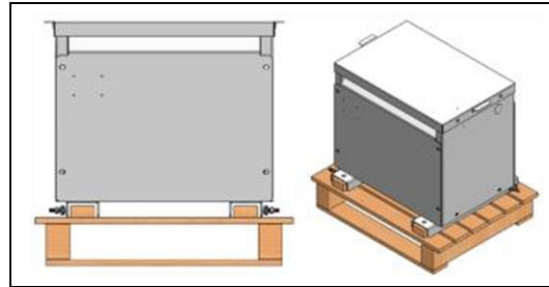


Figura 16-1: Transformador en base de madera

El transformador debe estar acoplado a la base del embalaje, para evitar que sufra deterioro ocasionado por movimientos bruscos. En los transformadores tipo seco, el acople se hace a través tornillos.

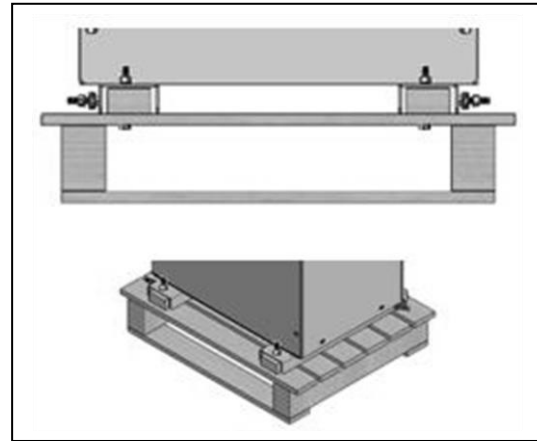


Figura 17: Anclaje con tornillos del transformador a la base

Los transformadores secos se protegen externamente con stretch film (plástico), el cual lo protege de la lluvia, el polvo o de la excesiva humedad

Conserve el embalaje y el empaque del producto, así, se evita la filtración de líquidos, partículas metálicas, polvo, etc.

Cuando el transformador seco va cubierto totalmente con el huacal, externamente, en un costado, se pinta el número de serie, el cual ayuda a identificar las características del mismo.

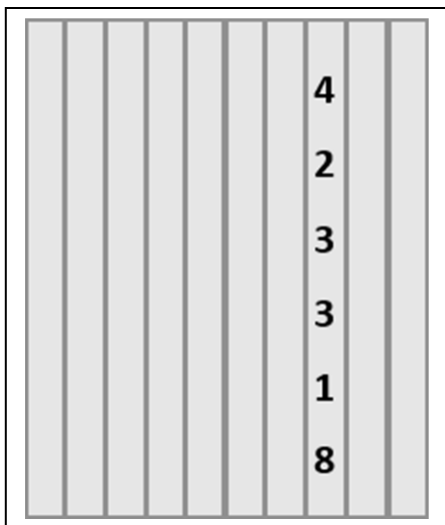


Figura 18: Número de serie identificado en el huacal

Los transformadores que se deben levantar o transportar con grúa (por peso o tamaño) y que van enhuacalados, se debe garantizar que las orejas de levante quedan libres y de fácil acceso para la ubicación de las eslingas o estrobos; para esto, se dejan libres los espacios en la parte superior del huacal.

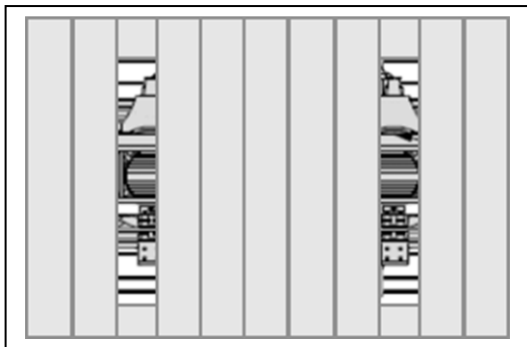


Figura 19: Orejas de levanta disponibles para izaje

**Precaución:** Por ningún motivo debe apoyarse en los aisladores de MT, los terminales de BT, las conexiones, las bobinas ni pararse encima del transformador.

## 7. Transporte

**Precaución:** Los Transformadores secos se deben transportar en vehículos totalmente cubiertos.

Asegurarse que la carpa o las paredes y techo metálico del vehículo, no presenten huecos o grietas que puedan ocasionar filtraciones de agua en su interior.

**Precaución:** En Colombia, la altura total de la carga, medida desde el piso, no puede superar los 4,3 m.

El peso total de la carga no puede superar la capacidad del camión.

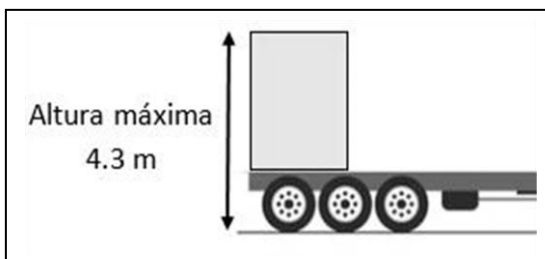


Figura 20: Altura máxima de la carga

Tenga en cuenta el peso del transformador para determinar los elementos de elevación y/o transporte adecuados, esta información figura en la placa de características, en el certificado de pruebas o en los documentos requeridos para su transporte.

Levante el transformador utilizando las cuatro (4) orejas de levante o la base del embalaje.

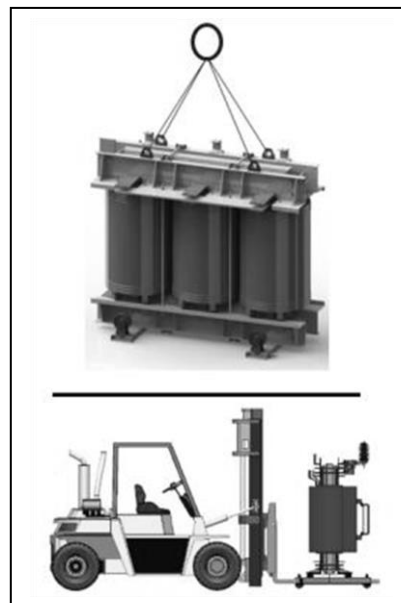


Figura 21: Partes para izar o transportar el transformador

Al elevar el transformador de las orejas de levante, asegúrese que las eslingas o estrobos no queden en contacto con ningún componente del equipo como aisladores, terminales, conexiones, bridas, cajas de conexiones, accesorios, etc.

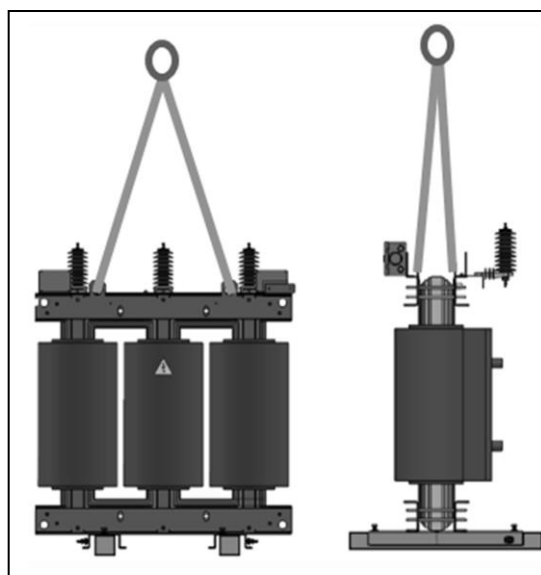


Figura 22: Elevación transformador desde las orejas de levante

### 7.1 Transformadores sin huacal

Estos transformadores se deben cargar a un solo nivel y distribuirse dentro del camión o contenedor para balancear la carga.

La base de los transformadores hace las veces de separador, cuando quedan espacios entre ellas, se deben fijar cuñas de madera entre estas y el piso.

La función de las cuñas de madera es evitar desplazamientos de los transformadores cuando el transporte está en movimiento.

Adicional, para mejorar la seguridad de la carga, los transformadores se deben amarrar con eslingas a las paredes del camión o contenedor.

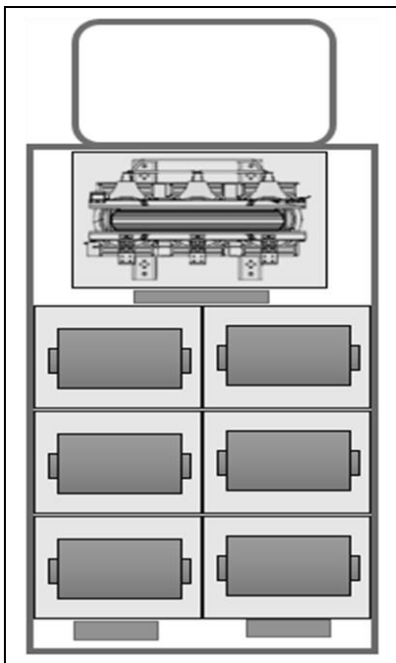


Figura 23: Cargue, distribución, y puesta de cuñas

Cuando se cargan pocas unidades debido al tamaño del producto, la carga se debe colocar centrada en la plataforma del camión o contenedor.

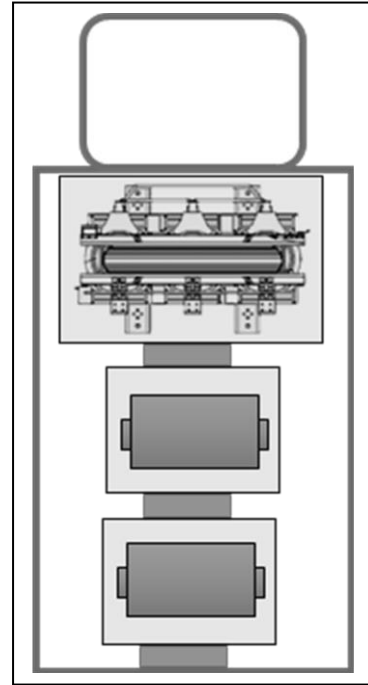


Figura 24: Carga balanceada

### 7.2 Transformadores con huacal

Cuando se transporta un número considerable de transformadores, la carga debe distribuirse dentro del camión o contenedor en grupos separados entre sí.

El embalaje de los transformadores hace las veces de separador, cuando quedan espacios entre ellos, se deben fijar cuñas de madera entre estas y el piso.

La función de las cuñas de madera es evitar desplazamientos de los

transformadores cuando el transporte está en movimiento.

Adicional, cada conjunto se debe amarrar entre sí para formar una unidad sólida y entre ellos a las paredes del camión o contenedor.

Estos transformadores se pueden cargar hasta en dos niveles, siempre y cuando el peso de la carga ubicada en el segundo nivel no supere los 400 kg.

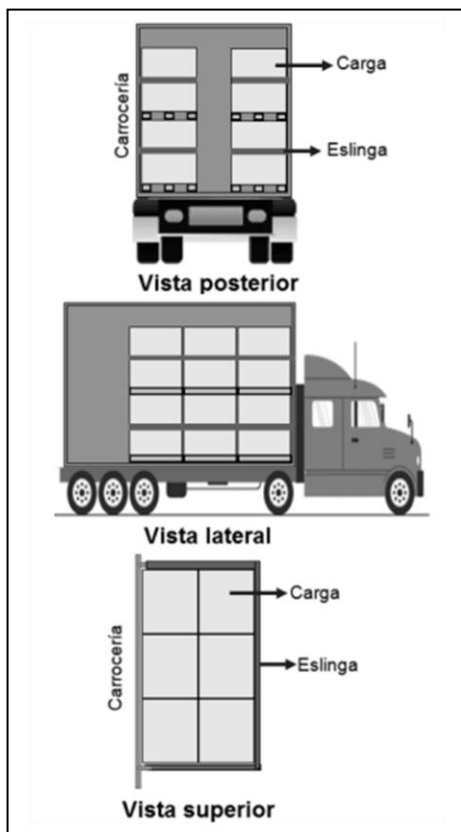


Figura 25: Forma correcta de cargar y amarrar los transformadores enhuacalados

Cuando se cargan pocas unidades debido al tamaño del producto, la carga se debe colocar centrada en la plataforma del camión o contenedor.

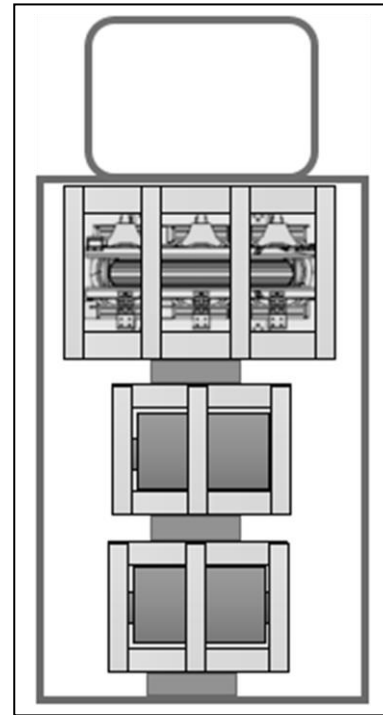


Figura 26: Carga balanceada

### 7.3 Consideraciones especiales

- Cuando la base del transformador y el piso del vehículo son metálicos, se deben ubicar tablas de madera entre ellos para evitar desplazamientos.

Además, la base del transformador, también se debe amarrar a la carrocería del camión.



Figura 27: Tablas entre base y piso del vehículo

## 7.4 Descargue

**Precauciones:** Si utiliza cadenas o estrobos metálicos para elevar el transformador, asegúrese de cubrir las partes en contacto para evitar desprendimiento de pintura.

El descargue de los transformadores corre por cuenta del cliente, salvo que se especifique algo diferente en el contrato. Sin embargo, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Si tiene dudas con el peso bruto del producto, los elementos de elevación a utilizar, el método para descargar el producto o cualquier otra actividad, absténgase de maniobrar y comuníquese con MAGNETRON S.A.S.
- Utilice siempre los medios mecánicos adecuados, montacargas, grúa, etc.
- Los medios mecánicos utilizados deben tener por lo menos el doble de capacidad que el peso del transformador.
- Eleve el transformador solo por las orejas de levante o la base del embalaje.
- Cuando el transformador este elevado, el personal que hace parte del descargue, debe permanecer alejado del mismo

- Los transformadores que están fuera del alcance se deben jalar hasta ponerlos en posición de descargue, para ello:

- Amarre una eslinga al montacargas o al medio mecánico utilizado y páselo alrededor de la base del embalaje del transformador.
- Hale el transformador hasta ponerlo al alcance del medio mecánico utilizado.
- Descargue el transformador.



Figura 28: Forma adecuada de jalar un transformador en el descargue.

En los transformadores que requieren grúa para su descargue, los estrobos se deben ubicar por los orificios dispuestos en la parte superior del huacal.

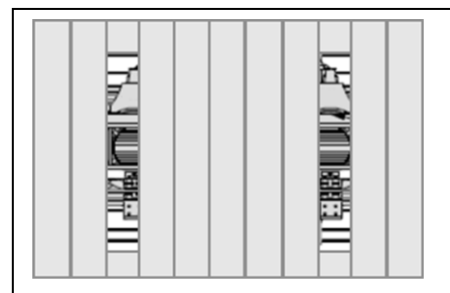


Figura 29: Orificios para ubicar los estrobos

## 8. Recepción

**Precaución:** Antes de descargar el transformador, debe inspeccionar visualmente el estado del mismo, cualquier anomalía comuníquese al transportador y deje registro de la misma.

Revise que las partes removibles del transformador (ruedas orientables, DPS, conexiones, etc.) lleguen completas y en buen estado.

Los transformadores cubiertos en este manual, son probados en fábrica de acuerdo a las normas que los rigen, se entregan completamente ensamblados (a menos que el tamaño y el peso lo limiten) y listos para su instalación, sin embargo, teniendo en cuenta las dificultades que se pueden presentar durante el transporte, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Revise que el transformador llegue completo, para ello, confróntelo con la lista de transporte suministrada.
- Revise que los sellos de seguridad ubicados en los lugares que presentan partes removibles (cajas de conexiones), no hayan sido removidos o presenten evidencias de haber sido manipulados.



Figura 30: Sello de seguridad

- Revise el estado de los aisladores de MT y los terminales de BT, no deben estar sueltos ni presentar daño.
- Revise el estado de las conexiones, no deben estar sueltas ni reventadas.
- Si el transformador está equipado con medidor de temperatura u otros accesorios, revise que estén en buen estado.
- En los transformadores que lo lleven, revise el estado del tanque, no debe presentar golpes, grietas o daños en su pintura.
- Revise que las ruedas orientables (si las lleva) lleguen con el transformador.



Figura 31: Ruedas orientables

- Revise que la tornillería está completa y correctamente ajustada.
- Revise que las características del transformador corresponden con lo solicitado (potencia, fases, voltajes, número de serie, etc.).
- Inspeccione la base del embalaje, no debe presentar daño.
- Asegúrese que el transformador va cubierto externamente con stretch film (plástico), el cual lo protege de la lluvia, el polvo o de la excesiva humedad.
- En caso de encontrar daños en el transformador, en lo posible, deje registro fotográfico de los hallazgos.
- Informe al transportador las anomalías encontradas.
- Comuníquese con MAGNETRON S.A.S. y notifique lo sucedido, suministrando la información completa del transformador.
- Tenga presente lo establecido en el numeral 7 “**Transporte**” antes de descargar el transformador.



## 9. Almacenamiento

**Precaución:** Conserve el transformador en el embalaje (base o huacal), este lo protege de daño o deterioro durante su almacenamiento.

**Precaución:** El transformador se debe almacenar bajo techo.

Una vez el transformador ha sido entregado al cliente, es aconsejable colocarlo en su ubicación permanente, aunque no se ponga en funcionamiento inmediatamente.

Acate las siguientes instrucciones para garantizar el buen estado del mismo:

- Mantenga el transformador en su embalaje y cubierto con el stretch film (plástico).
- El transformador tipo seco, está diseñado para ser instalado y trabajar en el interior, por lo tanto, almacénalo bajo techo.
- El lugar de almacenamiento debe estar seco, limpio y bien ventilado.
- La superficie del lugar de almacenamiento debe ser plana.
- Si el lugar de almacenamiento es propenso a la humedad, se recomienda colocar bolsas con productos absorbentes de humedad (silica gel) cerca de las bobinas.

- No lo almacene en lugares donde haya presencia de lodos, gases corrosivos o atmósferas explosivas.
- Cuando el almacenamiento se prolonga por más de seis (6) meses, se debe inspeccionar periódicamente el estado de la base de madera o el huacal y la cubierta plástica.
- Si el transformador pesa menos de 400 kg y esta enhuacalado, se pueden colocar a dos niveles (uno encima del otro) como máximo.
- No almacene los transformadores a dos niveles (uno encima del otro) cuando el almacenamiento es superior a seis (6) meses.

## 10. Accesorios

**Precaución:** Si algún accesorio no está cubierto en este manual o requiere mayor información, comuníquese con MAGNETRON S.A.S.

Los accesorios instalados en los transformadores secos, se pueden clasificar en dos tipos:

### 10.1 Accesorios normales

Elementos mínimos requeridos, suministrados por el fabricante con los transformadores, útiles para su identificación, manejo, instalación, buen funcionamiento y protección.

- Aisladores de MT
- Aisladores y terminales de BT
- Ruedas orientables
- Placa de características
- Conmutador de derivaciones sin tensión
- Dispositivos para levantar o izar el transformador
- Sistema de puesta a tierra
- Rotulado de los terminales de MT y BT

### 10.2 Accesorios especiales

Elementos requeridos por alguna norma en particular o por solicitud del cliente.

- Monitor de temperaturas

- Ventiladores

### 10.3 Ilustración accesorios

A continuación, se detallan algunos de los accesorios utilizados en los transformadores objeto de este manual.

#### 10.3.1 Aislador de MT

Accesorio, normalmente fabricado en porcelana o resina epóxica, diseñado para sujetar mecánicamente los conductores que forman parte de la línea eléctrica, manteniéndolos aislados de tierra y de otros conductores.

Su función principal, es hacer el puente entre los terminales de media tensión de la parte activa y la fuente de alimentación.

Sus características varían de acuerdo al nivel de tensión del transformador, el nivel básico de aislamiento y las distancias de fuga y de arco.



Figura 32: Aisladores en resina epóxica

### 10.3.2 Aislador y terminal BT

Accesorios, normalmente fabricado en porcelana o resina epóxica, diseñado para sujetar mecánicamente los conductores que forman parte de la línea eléctrica, manteniéndolos aislados de tierra y de otros conductores.

Su función principal, es hacer el puente entre los terminales de baja tensión de la parte activa y la carga externa.

En los transformadores secos clase 1.2 kV, es normal ver aisladores en porcelana.

Sus características varían de acuerdo al nivel de tensión del transformador, el nivel básico de aislamiento y las distancias de fuga y de arco.

En los transformadores de pequeña y mediana potencia con clase mayor a 1.2 kV, normalmente no se utilizan aisladores y terminales. El acople de la carga se hace directamente al barraje de BT del transformador.

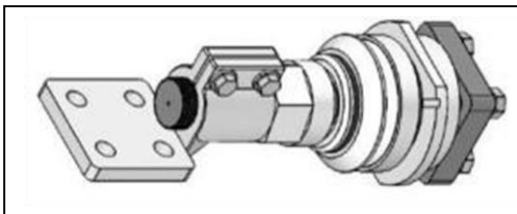


Figura 33: Aislador y terminal BT

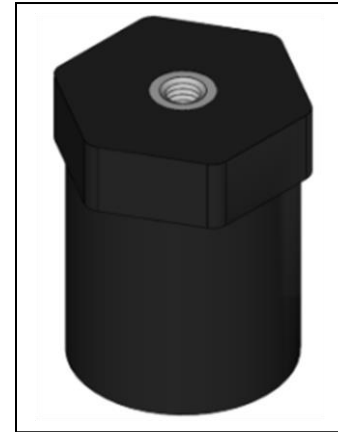


Figura 33-1: Aislador BT en resina epóxica

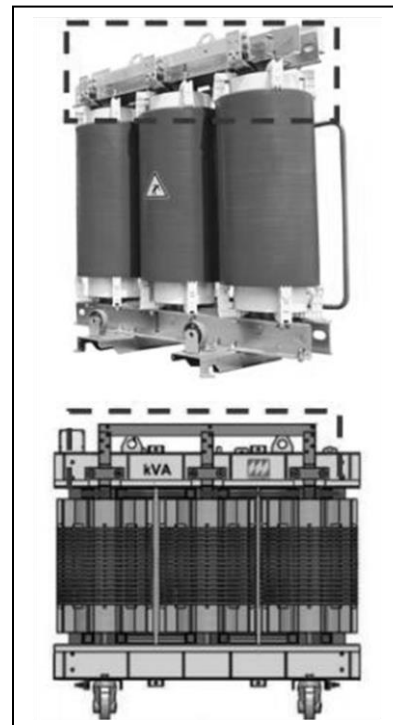


Figura 33-2: Barraje BT

### 10.3.3 Ruedas orientables

Elemento que sirven para:

- Fijar el transformador sobre rieles
- Trasladar el transformador en recorridos cortos.

Las ruedas vienen en diferentes tamaños y pueden ser fijas, giratorias o con frenos.

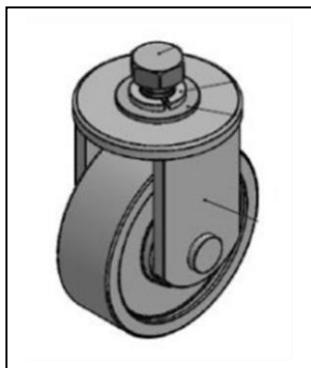


Figura 34: Rueda orientable

### 10.3.4 Placa de características

Es un accesorio fabricado con un material resistente a la corrosión (aluminio, acero inoxidable, etc.) donde se consigna la información más relevante del transformador.

La placa debe fijarse en un lugar visible y sus inscripciones deben ser legibles e indelebles.

| TRANSFORMADOR TIPO SECO                             |                    |        |  |
|-----------------------------------------------------|--------------------|--------|--|
| No.                                                 | 362777             |        |  |
| AÑOS                                                | 18/09              |        |  |
| FASES                                               | 1                  | 25 kVA |  |
| T. S-ABL. AT/BT                                     | 15/1.2-05/30 kV    |        |  |
| FRECUENCIA                                          | 60Hz               |        |  |
| CLASE                                               | H                  |        |  |
| REFRIGERACION                                       | AN                 |        |  |
| POLARIDAD                                           | ADITIVA            |        |  |
| TAP                                                 | Vp (VOLTS) CONECTA |        |  |
| 1                                                   | 13000 1-5          |        |  |
| 2                                                   | 13000 6-4          |        |  |
| 3                                                   | 13000 6-3          |        |  |
| 4                                                   | 12870 3-7          |        |  |
| 5                                                   | 12940 7-2          |        |  |
| FABRICADO EN PEREIRA, COLOMBIA POR MAGNETRON S.A.S. |                    |        |  |

|                 |           |  |  |
|-----------------|-----------|--|--|
| TENSION PRIM.   | 13.2 kV   |  |  |
| TENSION SEC.    | 240/120 V |  |  |
| No DE CONTRATO  | 1000      |  |  |
| ALTURA m.m.     | 1000      |  |  |
| CALENT. DEV.    | 125 °C    |  |  |
| CORRIENTE PRIM. | 1.80 A    |  |  |
| CORRIENTE SEC.  | 104.17 A  |  |  |
| MAT. DEVANADOS  | Cu/Cu     |  |  |
| % Zsc A 145 °C  | 2.59      |  |  |
| CORRIENTE CC    | 4.93 kA   |  |  |
| DURACION CC.    | 0.84 s    |  |  |
| PESO TOTAL.     | 208 kg    |  |  |

|                                                     |           |                |           |
|-----------------------------------------------------|-----------|----------------|-----------|
| No.                                                 | 435521    |                |           |
| AÑOS                                                | 20/08     |                |           |
| kVA                                                 | 225       |                |           |
| FASES                                               | 3         | T.S. AT/BT     | 15/1.2 kV |
| TENSION PRIM.                                       | 13.2 kV   | RE. AT/BT      | 60/10 kV  |
| TENSION SEC.                                        | 228/132 V | % Zsc a 145 °C | 4.83      |
| CORRIENTE PRIM.                                     | 9.84 A    | CORRIENTE CC   | 11.70 kA  |
| CORRIENTE SEC.                                      | 569.75 A  | DURACION CC    | 2 s       |
| CALENT. DEV.                                        | 125 °C    | MAT. DEVANADOS | Al/AI     |
| FRECUENCIA                                          | 60 Hz     | GRUPO CONEXION | DynS      |
| ALTURA m.m.                                         | 1400      |                |           |
| FABRICADO EN PEREIRA, COLOMBIA POR MAGNETRON S.A.S. |           |                |           |

Figura 35: Ejemplo placa de características

### 10.3.5 Cambiador de derivaciones

**Precaución:** El conmutador cuenta con una manija externa, la cual debe ser operada únicamente con el transformador desenergizado

El conmutador realiza la variación de la relación de vueltas en el devanado primario hasta obtener en el secundario la tensión requerida, compensando las variaciones que se detectan en los puntos receptores de un sistema de transmisión o distribución de energía.

El conmutador utilizado en los transformadores secos, consiste:

- Clase H: Un tablero de baquelita con tornillería en bronce, los cuales se unen con una platina de cobre en la posición requerida.
- Clase F: Traen adherido a sus bobinas unos bujes en bronce, las cuales se unen a través de una platina en cobre atornillada en la posición deseada.

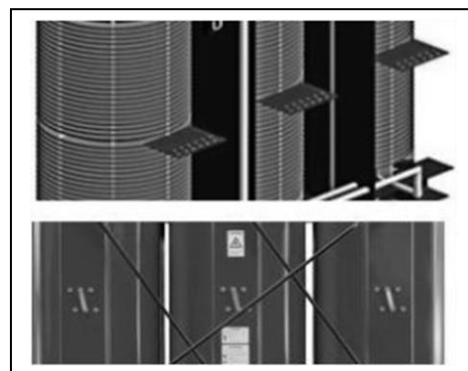


Figura 36: Conmutador derivaciones

#### 10.3.5.1 Pasos para maniobrar el conmutador CIRCULAR

- Desconecte el transformador de la fuente de alimentación.
- Verifique la ausencia de voltaje en el transformador midiendo el devanado de BT con un voltímetro.
- Conecte a tierra los terminales de MT y BT.
- Retire las tuercas o tornillos que fijan la platina de cobre del conmutador.
- Ubique la platina de cobre en la posición deseada.
- Asegure nuevamente las tuercas o tornillos que fijan la platina de cobre.
- Retire las conexiones de puesta a tierra de los terminales de MT y BT.
- Mida continuidad en los terminales de MT para garantizar que el conmutador quedó bien enclavado.
- Energice nuevamente el transformador.
- Mida el voltaje en BT, valide que es el voltaje deseado.

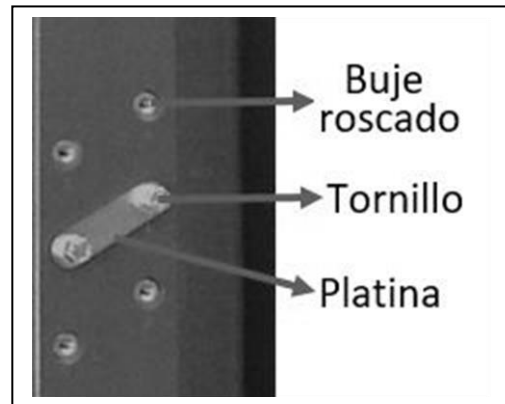


Figura 37: Partes del conmutador

#### 10.3.6 Dispositivo para izar el transformador

Elementos para levantar o izar el transformador completamente ensamblado, se ubican de tal manera que al enganchar los estrobos o eslingas no se apoyen contra otros accesorios, ni contra los bujes, ni dañen la tapa.

Normalmente, se ubican en la brida superior del transformador o en la tapa si llevan tanque, pueden ser:

- Perforaciones
- Ganchos atornillados
- Platinas perforadas soldadas

Se utilizan únicamente para izar o levantar, no son para transportar.

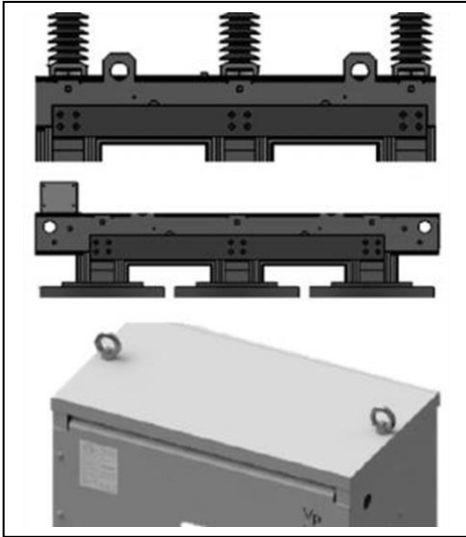


Figura 38: Dispositivos de izaje

### 10.3.7 Sistema de puesta a tierra

El transformador está provisto de tornillos (espárragos) o platinas con sus respectivos accesorios para permitir:

- El aterrizaje del punto neutro de baja tensión, desde fábrica se envía conectado.
- El aterrizaje del transformador al sistema de puesta a tierra donde será instalado el transformador.

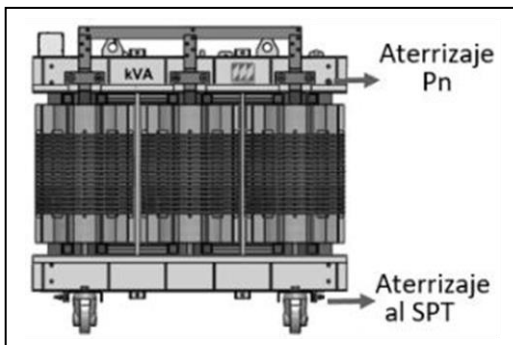


Figura 39: Puntos de aterrizaje

### 10.3.8 Monitor de temperatura

Es un dispositivo diseñado para el monitorear y controlar la temperatura.

La medición de la temperatura se realiza a través de termopares ubicados en cada bobina del transformador.

El monitor cuenta con un indicador digital, que despliega automáticamente el valor de la temperatura más alta, aunque es posible seleccionar de manera individual el valor de la temperatura en cada fase.



Figura 40: Monitor de temperatura

## 11. Marcación terminales

La marcación de los terminales de MT y BT en este tipo de transformadores, dependen de la norma (NTC o ANSI).

### 11.1 Marcación norma NTC

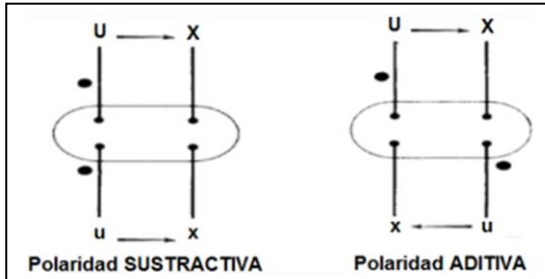


Figura 41: Marcación monofásicos

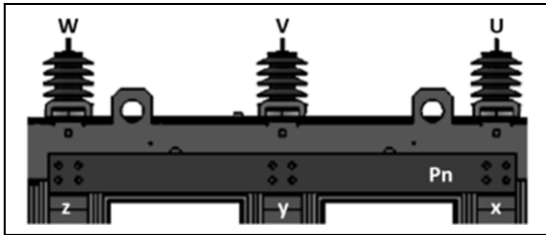


Figura 41-1: Marcación trifásicos

### 11.2 Marcación norma ANSI

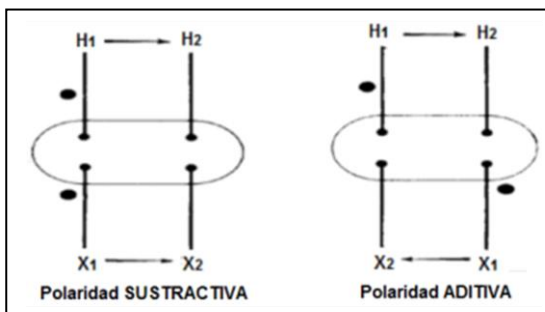


Figura 42: Marcación monofásicos

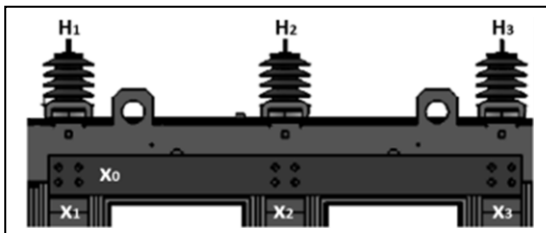


Figura 42-1: Marcación trifásicos

- Las marcaciones en los terminales de media tensión se realizan con letras MAYÚSCULAS y para los terminales de baja tensión se realizan con letras MINÚSCULAS.

Los transformadores trifásicos presentan otros dos factores muy importantes para su conexión:

- Grupo de conexión
- Índice horario

### 11.3 Índice horario

Representa el ángulo de desfase entre el diagrama vectorial de las fuerzas electromotrices (tensiones) del devanado primario y del devanado secundario, cuando el transformador está en vacío.

En otras palabras, es el desfase, en grados, entre la tensión del primario y la tensión del secundario.

El índice horario se llama así porque el desfase se expresa según las horas de un reloj. Cada hora, desde las 12 en punto, representa un desfase de 30°.

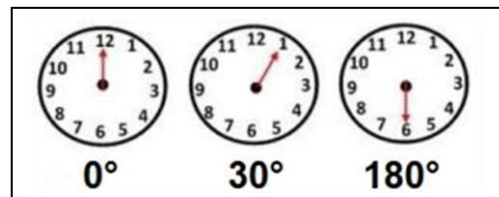


Figura 43: Ejemplos índice horario

#### 11.4 Grupo de conexión

Representa el tipo de conexión para cada uno de los devanados, normalmente el devanado primario y el devanado secundario.

El grupo de conexión se representa con una serie de letras y un número, de la siguiente manera:

- La primera letra, en MAYÚSCULA, representa la conexión del devanado de mayor tensión.
- La segunda letra, en MINÚSCULA, representa la conexión del devanado de menor tensión.
- El número, representa el desfase, en grados, entre la tensión del primario y la del secundario ( $1 = 30^\circ$ ).
- Si en el grupo de conexión se observa una tercera letra (N o n), indica que la conexión en estrella (Y o y) lleva punto neutro accesible.

#### Ejemplo:

# Dyn5

|   |                                                                                                                                  |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| D | Indica la conexión del devanado de MAYOR TENSIÓN (Delta o triángulo)                                                             |
| y | Indica la conexión del devanado de MENOR TENSIÓN (Estrella)                                                                      |
| n | Indica que la conexión en estrella (Y o y) lleva punto neutro accesible                                                          |
| 5 | Representa el desfase, en grados, entre la tensión del primario y la del secundario, en este caso $150^\circ$ ( $5 * 30^\circ$ ) |



## 12. Revisión y pruebas antes de la instalación

### 12.1 Revisión

Antes de instalar el transformador, verifique lo siguiente:

- Use una aspiradora para remover todo rastro de suciedad, polvo y materiales extraños que puedan estar adheridos al transformador.
- Si tiene tanque, límpielo.
- Revise que los accesorios adosados al transformador, estén en buen estado y debidamente ajustados.
- Asegúrese que el transformador no presente golpes o daños que puedan invalidar su buen funcionamiento.
- Revise que las conexiones de MT estén en su lugar y que no presenten golpes.
- Revise la información consignada en la placa de características y verifique que está de acuerdo con los requerimientos (potencia, voltajes, etc.).
- Retire la base y el huacal del transformador (si lo tiene).
- Verifique que el conmutador de derivaciones este bien

ajustado y en la posición requerida.

- Cerciórese que el punto neutro de baja tensión está correctamente aterrizado.
- Asegúrese que todas las partes y/o los accesorios a instalar, si los hay, estén completos y en buen estado.
- La superficie donde se instalará el transformador debe ser plana y con la capacidad de soportar su peso.
- Si el transformador se ubica sobre rieles, bloquee las ruedas orientables y verifique que todas queden apoyadas.
- El transformador debe quedar bien asegurado a la base de instalación.
- Se recomienda montar el transformador sobre resortes (amortiguadores), de tal forma que estos absorban las vibraciones.
- Revise que, en el lugar de instalación, se conservan las distancias mínimas de seguridad.

**Nota:** Las distancias mínimas reducen el nivel de ruido del transformador y facilitan las actividades de

revisión, mantenimiento y limpieza.

- Asegúrese que el lugar de instalación está ventilado adecuadamente, esta acción, limita el calentamiento del transformador.

## 12.2 Pruebas

Con el fin de asegurar el buen funcionamiento del producto y no afectar la garantía del equipo, se deben realizar las siguientes pruebas que validan la instalación y energización del mismo:

### 12.2.1 Relación de transformación (TTR)

Esta prueba se realiza para medir la relación de voltajes o espiras entre dos o más devanados.

También, es una prueba que permite identificar:

- El grupo de conexión.
- Cortocircuito entre espiras o capas.
- Fallas por terminales reventados o abiertos.
- Daño o mala operación del conmutador.
- Conexiones erróneas o trocadas.

Dependiendo del equipo utilizado, la prueba se realiza como se indica a continuación:

### ➤ TTR análogo o de manivela

Con este equipo, se compara la relación del transformador bajo ensayo con la de un transformador de referencia (interno del equipo) cuya relación es regulable en pequeños escalones.

El transformador bajo ensayo y el TTR se conectan en paralelo aplicando tensión a los devanados de MT; los devanados de BT, en paralelo, se conectan a un detector sensible al que se obliga a señalar cero (0) ajustando la relación de transformación del transformador de referencia (TTR). La relación de transformación ajustada del transformador de referencia (TTR) es entonces igual a la relación de transformación del transformador bajo ensayo.

Este procedimiento se debe realizar en todas las posiciones del conmutador y en todas las fases si es un transformador trifásico.



Figura 44: TTR análogo o de manivela

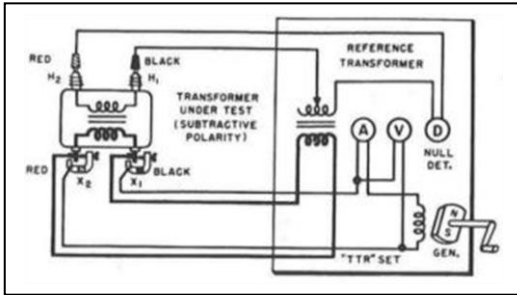


Figura 45: Conexión TTR al transformador bajo prueba

### ➤ TTR digital

Con este equipo, se aplica una tensión ajustable en los terminales de MT y es medida la tensión de salida del devanado correspondiente a la BT, de la división de estas tensiones resulta el valor de la relación de transformación.

Los terminales de MT y BT del equipo de medida son conectados a los terminales de MT y BT del transformador bajo prueba de acuerdo a la marcación de las fases correspondientes. Se debe configurar el equipo de acuerdo al grupo de conexión y la tensión a aplicar, como estándar se usa 8V.



Figura 46: TTR digital

### ➤ Cálculo de la relación de transformación

Se realizan de acuerdo al grupo de conexión o la polaridad del transformador:

| Fases | Tipo de Conexión | Fórmula                                                                   |
|-------|------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Ii0 - Ii6        | $RT = \frac{\text{Voltaje AT}}{\text{Voltaje BT}}$                        |
| 3     | Dd - Yy          | $RT = \frac{\text{Voltaje AT}}{\text{Voltaje BT}}$                        |
|       | Dy               | $RT = \frac{\text{Voltaje AT (L-L)}}{\text{Voltaje BT (L-L)} / \sqrt{3}}$ |
|       | Yd               | $RT = \frac{\text{Voltaje AT (L-L)} / \sqrt{3}}{\text{Voltaje BT (L-L)}}$ |

Figura 47: Fórmulas para calcular la relación de transformación

### 12.2.2 Resistencia de los devanados de MT y BT o continuidad

Esta prueba se realiza para garantizar que las conexiones internas del transformador no están sueltas o abiertas.

- Con un óhmetro (multímetro) verifique la conexión de la media tensión, conecte el medidor entre cada par de terminales de MT así:
- En transformadores trifásicos entre U-V U-W V-W o H1-H2 H1-H3 H2-H3.

- En transformadores monofásicos entre U-X o H1-H2.

Cuando la lectura en el medidor haya estabilizado, compare los resultados obtenidos con los valores consignados en el certificado de pruebas, no se debe presentar una variación mayor a  $\pm 5\%$ .

- Para verificar la conexión de la BT, conecte el medidor entre cada par de terminales así:
- En transformadores trifásicos entre x-y x-z y-z o x1-x2 x1-x3 x2-x3.
- En transformadores monofásicos entre u-x o x1-x2

Cuando la lectura en el medidor haya estabilizado, compare los resultados obtenidos con los valores consignados en el certificado de pruebas, no se debe presentar una variación mayor a  $\pm 5\%$ .

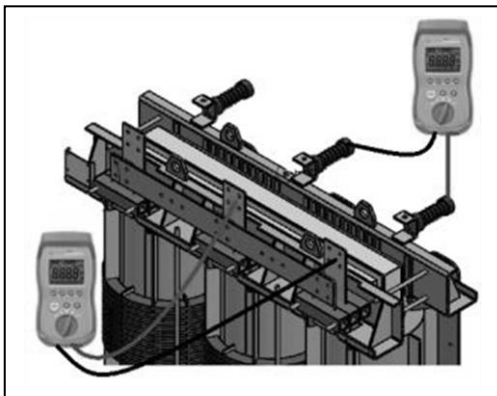


Figura 48: Medición resistencia devanados en MT y BT

**Si al realizar la prueba se le presenta alguno de los siguientes casos, el transformador ha sufrido un daño interno:**

- Al medir el devanado de MT, alguno de los valores arrojados es más o menos el doble de lo consignado en el certificado de pruebas (figura 49).
- Al medir el devanado de MT, el medidor no registra un valor de medición.
- Al medir el devanado de BT, alguno de los valores arrojados es más o menos el doble de lo consignado en el certificado de pruebas o no registra ningún valor (figura 50).

| Resultados consignados en el certificado de pruebas para la posición 2 del conmutador de derivaciones ( $\Omega$ ) |      |      |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|--|
| U-V                                                                                                                | V-W  | W-U  |  |
| 29.9                                                                                                               | 29.8 | 30.0 |  |

| Mediciones ( $\Omega$ ) |      |      |      |
|-------------------------|------|------|------|
| Posiciones conmutador   | U-V  | V-W  | W-U  |
| 1                       | 30.5 | 30.4 | 30.6 |
| 2                       | 30.3 | 30.1 | 30.2 |
| 3                       | 29.8 | 29.6 | 29.7 |
| 4                       | 29.5 | 29.3 | 29.4 |
| 5                       | 29.1 | 29.0 | 29.2 |

| Mediciones ( $\Omega$ ) |      |      |      |
|-------------------------|------|------|------|
| Posiciones conmutador   | U-V  | V-W  | W-U  |
| 1                       | 30.5 | 61.0 | 30.6 |
| 2                       | 30.3 | 60.1 | 30.2 |
| 3                       | 29.8 | 29.6 | 29.7 |
| 4                       | 29.5 | 29.3 | 29.4 |
| 5                       | 29.1 | 29.0 | 29.2 |

| Mediciones ( $\Omega$ ) |      |      |      |
|-------------------------|------|------|------|
| Posiciones conmutador   | U-V  | V-W  | W-U  |
| 1                       | 30.5 | 30.4 | 30.6 |
| 2                       | 1.   | 30.1 | 30.2 |
| 3                       | 29.8 | 29.6 | 29.7 |
| 4                       | 29.5 | 29.3 | 29.4 |
| 5                       | 29.1 | 29.0 | 29.2 |

Figura 49: Ejemplos de medición en MT

| Resultados consignados en el certificado de pruebas para BT |      |      |
|-------------------------------------------------------------|------|------|
| U-V                                                         | V-W  | W-U  |
| 2.31                                                        | 2.30 | 2.31 |

| Valores medidos en campo |      |      |
|--------------------------|------|------|
| U-V                      | V-W  | W-U  |
| 2.34                     | 2.33 | 2.33 |

| U-V  | V-W  | W-U  |
|------|------|------|
| 4.70 | 2.33 | 2.33 |

| U-V  | V-W | W-U  |
|------|-----|------|
| 2.34 | 1.  | 2.33 |

Figura 50: Ejemplos de medición en BT

### 12.2.3 Resistencia de los aislamientos

Esta prueba se realiza para tener una visión del estado de los aislamientos en cuanto a contaminación por presencia de humedad o partículas metálicas

- Utilice un medidor (megger) de 5 kV con un rango de medición de 50 MΩ como mínimo (utilice el mismo voltaje de la prueba en fábrica para minimizar las desviaciones).
- Proceda de la siguiente manera:
  - En transformadores monofásicos, cortocircuite los terminales de MT (U-X o H1-H2) y los de BT (u-Pn-x o x1-x2-x3).
  - En transformadores trifásicos, cortocircuite los terminales de MT (U-V-W o H1-H2-H3) y los de BT (Pn-x-y-z o x1-x2-x3).

- Se recomienda aplicar el voltaje de prueba, teniendo en cuenta la clase del devanado bajo ensayo:

| Clase (kV) | Voltaje DC (kV) |
|------------|-----------------|
| $\leq 1.2$ | 1               |
| $> 1.2$    | 5               |

- Realice la prueba durante un (1) minuto por cada medición (MT vs BT, MT vs T y BT vs T).

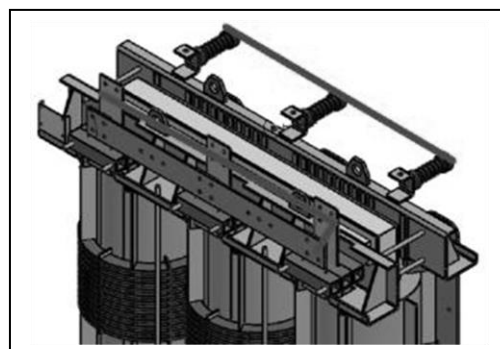


Figura 51: Cortocircuito terminales de media y baja tensión

- Para realizar las diferentes mediciones (3) se conectan los cables de la siguiente forma:
  - MT-BT: Cable de alimentación (+) en MT y cable negro (-) en BT, el cable guarda ira en un terminal de tierra.
  - MT-T: Cable de alimentación (+) en MT y cable negro (-) en T, el cable guarda ira en BT.

- BT-T: Cable de alimentación (+) en BT y cable negro (-) en T, el cable guarda ira en MT.

### ➤ Interpretación de los resultados

Este ensayo no tiene correspondencia entre el valor de la potencia nominal, la tensión del transformador y la resistencia de aislamiento, razón por la cual, los valores mínimos se dejan a criterio del fabricante.

Para verificar si los valores medidos en el sitio de instalación están acordes, tenga presente los siguientes criterios:

- Compare los resultados obtenidos contra los reportados por MAGNETRON S.A.S. en el certificado de pruebas, estos deberían dar muy cercanos o por encima de lo medido en fábrica.
- Tenga en cuenta los valores mínimos establecidos por MAGNETRON S.A.S. según la clase del transformador.

| Clase (kV) | Resistencia mínima (MΩ) |
|------------|-------------------------|
| 1.2        | 1 000                   |
| 15         | 10 000                  |
| 34,5       | 50 000                  |

- Aplique la fórmula empírica de James Biddle para calcular el valor mínimo de resistencia de los aislamientos:

$$R = \frac{CE}{\sqrt{kVA}}$$

R = Resistencia a 20°C del aislamiento medido en 1 min.

C = Constante para medidas a 20°C

C=1.6 para transformadores en aceite

C=30 para transformadores secos

KVA= Potencia nominal

E= Tensión nominal en voltios del devanado en prueba.

- La guía ANSI C.57.94 recomienda los siguientes valores cuando se desconocen las recomendaciones del fabricante:

| Winding kV Class | Insulation Resistance (MΩ) |
|------------------|----------------------------|
| 1.2              | 600                        |
| 2.5              | 1000                       |
| 5.0              | 1500                       |
| 8.7              | 2000                       |
| 15.0             | 3000                       |

**Precaución:** Si tiene alguna duda o cree que le ha entrado agua al transformador, comuníquese con MAGNETRON S.A.S.

### 12.2.4 Medición del nivel de ruido (nivel de presión sonora)

Históricamente, el sonido generado por el campo magnético que induce vibraciones longitudinales en las láminas del núcleo ha sido dominante. La

amplitud de estas vibraciones depende de la densidad de flujo en las laminaciones y de las propiedades magnéticas del acero del núcleo y, por lo tanto, es independiente de la corriente de carga.

Las normas limitan el nivel de ruido producido por los transformadores, como fabricantes, desde el diseño se puede contemplar algunas prácticas para reducirlo:

- Reducir la cantidad de flujo magnético.
- Suministrar un sistema de apoyo anti vibratorio.
- Mejorar los ajustes de las partes metálicas, etc.

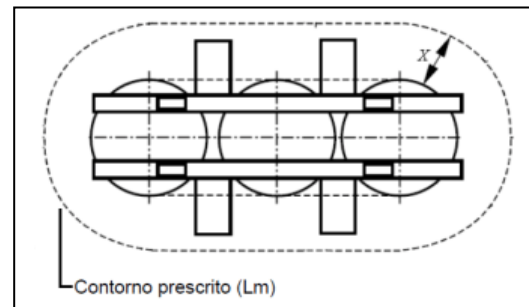
Para la realización de la prueba, se debe contemplar lo siguiente:

#### ➤ Condiciones ambientales

- Se deben alejar los objetos reflectivos del transformador bajo prueba.
- El transformador debe ser localizado de manera que no haya superficies de reflexión acústica (paredes u objetos) a menos de 3 m de distancia del contorno prescrito, con excepción del piso o las superficies de soporte.

#### ➤ Contorno prescrito

- Determinar la distancia (**x**) de las mediciones, en transformadores tipo seco, por razones de seguridad, se recomienda mínimo 1 m.

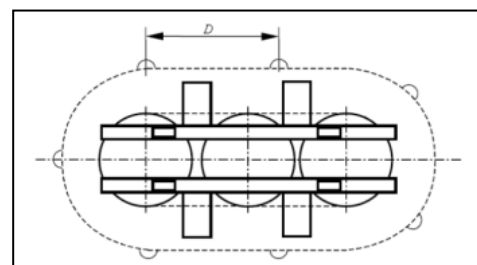


- Determinar la altura del transformador a la cual se deben realizar las mediciones.

**Nota:** A la mitad de la altura si mide  $\leq 2.5\text{m}$ .

Si mide más de 2.5m se utilizan dos contornos para hacer las mediciones, uno a 1/3 y otro a 2/3 de la altura.

- Determinar el número de mediciones a realizar, teniendo como base el contorno prescrito, las distancias deben ser iguales y no mayor de 1m (D).





**Nota:** Una vez definidos los puntos de medición, se deben marcar sobre el piso para garantizar que se hacen las mediciones en el mismo lugar.

➤ **Posición del micrófono**

- El micrófono del equipo de medición debe posicionarse sobre el o los contornos prescritos, moviéndose alrededor del transformador, a velocidad constante.
- Se recomienda iniciar las mediciones por el frente del transformador (BT) y seguir en dirección de las manecillas del reloj.

**Nota:** El equipo de medición se debe calibrar antes y después de cada medición.

➤ **Mediciones a realizar**

- Medición del ruido de fondo inicial, con el transformador desenergizado.
- Medición del ruido combinado, ruido de fondo más transformador energizado.
- Medición del ruido de fondo final, con el transformador desenergizado

➤ **Análisis de los resultados**

- Se debe calcular el área de la superficie de medición.

- Calcular el coeficiente de corrección medioambiental.
- Calcular el nivel de presión sonora promedio.
- Se debe corregir el nivel de presión sonora promedio
- Por último, se debe calcular el nivel de potencia sonora.

➤ **Criterios de aceptación y rechazo**

- Evaluar la validez del equipo de medida.
- Evaluar la validez del recinto de prueba.
- Evaluar la validez de la medición.

**Precaución:** Esta prueba debe ser realizada por personal calificado, para mayor información, comuníquese con MAGNETRON S.A.S.

**12.2.5 Pruebas a los dispositivos de control o protección**

Todas las señales de alarma y disparo de los dispositivos de protección del transformador deberán ser probados para su adecuada operación.

### 13. Instalación y puesta en servicio

**Precaución:** Para Colombia, la instalación del transformador se debe hacer de acuerdo a los requerimientos de las normas técnicas NTC-2050, NTC-3582 y al reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE).

Para los demás países, se deben seguir las normas o leyes que les aplique.

La instalación del transformador no es responsabilidad de MAGNETRON S.A.S. (salvo se especifique lo contrario en el contrato), sin embargo, como parte interesada en que el producto cumpla su función en las mejores condiciones, se deben seguir las siguientes instrucciones:

#### 13.1 Montaje

La instalación del transformador debe realizarse en un sitio de fácil acceso, donde se garantice el montaje y retiro mediante grúa o montacargas, con capacidad de izar y transportar el transformador.

El transformador debe quedar instalado en un lugar con área suficiente que permita el fácil acceso para realizar trabajos de revisión, limpieza, mantenimiento, etc.

El transformador debe quedar instalado en posición vertical.

El transformador debe quedar bien asegurado a la base de instalación.

Si la instalación del transformador se hace en lugares cerrados (interiores), se debe garantizar una buena ventilación para evitar calentamientos anormales.

Cuando el transformador se instala en celdas, asegúrese de cumplir las distancias mínimas requeridas para ventilación.

| Capacidad | Dimensiones (mm) |      |      |
|-----------|------------------|------|------|
| kVA       | A                | B    | C    |
| 30        | 1600             | 1200 | 1900 |
| 45        | 1600             | 1200 | 1900 |
| 75        | 1600             | 1200 | 1900 |
| 112,5     | 1700             | 1300 | 1900 |
| 150       | 1700             | 1300 | 1900 |
| 225       | 1800             | 1300 | 2000 |
| 300       | 1800             | 1500 | 2000 |
| 400       | 1900             | 1500 | 2000 |
| 500       | 1900             | 1500 | 2200 |
| 630       | 2000             | 1500 | 2300 |
| 750       | 2000             | 1500 | 2300 |
| 800       | 2200             | 1500 | 2300 |
| 1000      | 2200             | 1600 | 2300 |

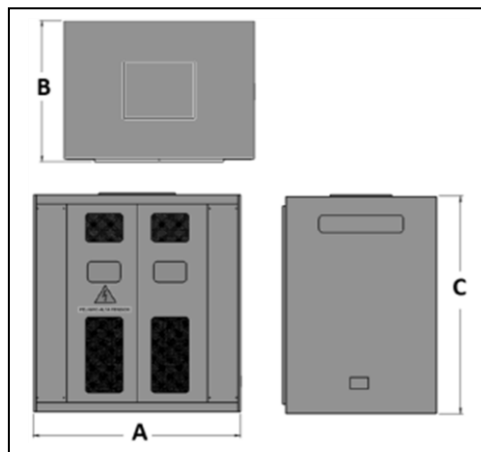


Figura 52: Distancias mínimas requeridas para la ventilación

También, se debe garantizar las distancias mínimas entre cualquier parte energizada del transformador y las paredes de la celda.

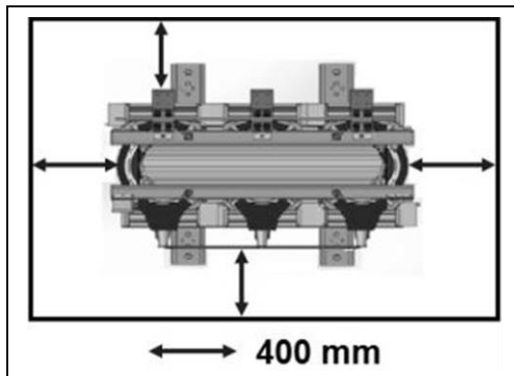


Figura 53: Distancias mínimas a la celda

### 13.1.1 Requerimientos generales de la celda

- Debe descansar sobre un soporte en ángulos que permita la entrada de ventilación por debajo, con celosía o malla, que deje pasar el aire e impida la entrada de animales o cuerpos extraños y sólo con el espacio necesario para la entrada y salida de los conductores.
- Debe ser Pernada al suelo y con medios para amortiguar las vibraciones y ruidos.
- Las cubiertas laterales, la posterior y la frontal, tendrán las dimensiones necesarias en celosía o malla para la adecuada ventilación.

- En algunos casos las celdas podrán tener domos para la salida del aire caliente o podrá instalarse su propio sistema de ventilación forzada.
- La celda tendrá el espacio suficiente de tal forma que:
  - Permita alojar el transformador.
  - Tener una adecuada ventilación.
  - Garantizar las distancias eléctricas a partes energizadas.
  - Garantizar el radio de curvatura de conductores.

- Prever aberturas con rejilla a nivel del suelo para la entrada de aire fresco y aberturas en la parte superior, en el lado opuesto al transformador, para la salida del aire caliente.

### 13.2 Sistema de puesta a tierra

- El punto neutro de baja tensión, los DPS y el transformador deben quedar sólidamente conectados a tierra.

**Nota:** También se deben conectar a tierra los gabinetes y los accesorios de control y protección que lo requieran.

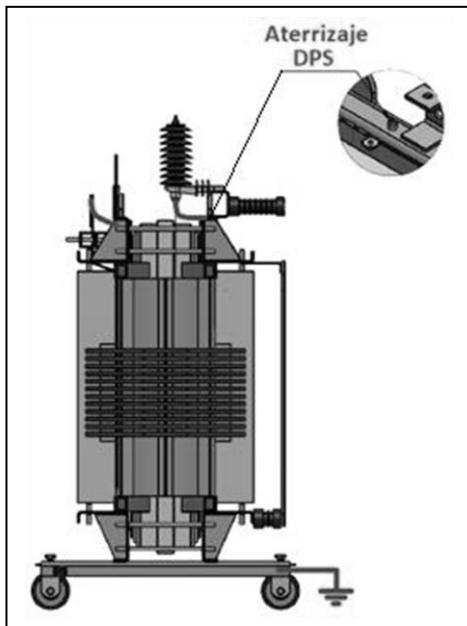


Figura 54: Puesta a tierra partes del transformador

- Los objetivos de un sistema de puesta a tierra son:
  - Garantizar la seguridad a los seres vivos.
  - La protección de las instalaciones.
  - La compatibilidad electromagnética.
  - Permitir a los equipos de protección despejar rápidamente las fallas.
  - Servir de referencia común al sistema eléctrico.
- Valores de referencia de resistencia de sistema de puesta a tierra.

| Aplicación                                                                | Valores máximos de resistencia de puesta a tierra ( $\Omega$ ) |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Estructuras y torrecillas metálicas de líneas o redes con cable de guarda | 20                                                             |
| Subestaciones de alta y extra alta tensión                                | 1                                                              |
| Subestaciones de media tensión                                            | 10                                                             |
| Protección contra rayos                                                   | 10                                                             |
| Punto neutro de acometida en baja tensión                                 | 25                                                             |
| Redes para equipos electrónicos o sensibles                               | 10                                                             |

### 13.3 Secuencia de conexión

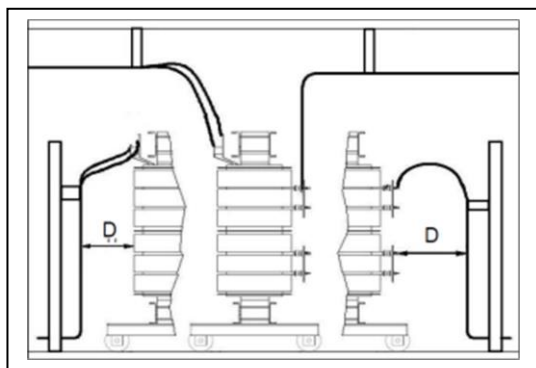
- Efectúe todas las conexiones al sistema de puesta a tierra.
- Haga las conexiones de BT.
- Realice las conexiones de MT.

## IMPORTANTE

Las conexiones con cable o con barrera deben:

- Ser fijadas a una estructura sólida para evitar esfuerzos mecánicos sobre las conexiones del transformador.

- Conforme a las distancias recomendadas por la IEC 60076-3.



| kV          | D (mm)     |
|-------------|------------|
| $\leq 1,1$  | $\geq 0$   |
| $\leq 3,6$  | $\geq 60$  |
| $\leq 7,2$  | $\geq 90$  |
| $\leq 12$   | $\geq 120$ |
| $\leq 17,5$ | $\geq 160$ |
| $\leq 24$   | $\geq 220$ |

Figura 55: Distancias mínimas LÍNEA-TIERRA o FASE-FASE

**Precaución:** Las conexiones no pueden quedar tensionadas. Las de media tensión, deben tener una forma y rigidez mecánica que no les permita moverse con el viento o las vibraciones, de tal forma que se pongan en contacto con partes que no se deben energizar o acercamientos que produzcan arcos eléctricos.

### 13.4 Puesta en servicio

**Precaución:** Para energizar el producto, se debe garantizar que las revisiones y las pruebas enunciadas en el numeral 12 de este manual dieron resultados conformes; de lo contrario, no se puede realizar la energización y deberá contactarse con el personal de MAGNETRON S.A.S. para recibir instrucciones.

También, recuerde utilizar las herramientas y las protecciones adecuadas, como: Pértiga, guantes dieléctricos, botas de goma, etc.

- Revise que todas las conexiones estén firmes, seguras y bien ajustadas.
- El transformador y el lugar de instalación, deben estar limpios y libre de obstáculos.
- La carga debe estar desconectada
- Energice el transformador en vacío, manténgalo así unas cuatro (4) horas como mínimo.
- Asegúrese que el transformador no produce ruidos anormales (zumbidos, chisporroteos, flameo, etc.).
- Verifique el voltaje de salida y compruebe que está balanceado y dentro de lo requerido.



- Instale gradualmente la carga y siga revisando el voltaje de salida.
- Una vez instalada toda la carga, revise por varias horas el funcionamiento del transformador.
- Lleve un registro escrito de las condiciones finales de instalación.
- Limpie y ordene el área de trabajo.

## 14. Transformadores con dos o más meses en almacenamiento

Si el transformador ha estado almacenado por un periodo igual o superior a dos meses, sin ser energizado o desde su última energización, se debe seguir el siguiente procedimiento:

- Realice las revisiones y pruebas descritas en este manual, desde el numeral 12.1 hasta el numeral 12.2.3.
- Si y solo si los resultados son satisfactorios, prosiga de la siguiente manera:
  - ✓ Energice el transformador sin carga, durante 4 horas como mínimo.
  - ✓ Una vez cumplido el tiempo mínimo de energización sin carga, conecte gradualmente la carga, de acuerdo a la siguiente tabla:

| Conexión de la carga una vez cumplido el tiempo de energización (Horas) | % Carga |
|-------------------------------------------------------------------------|---------|
| 3                                                                       | 25      |
| 6                                                                       | 50      |
| 9                                                                       | 75      |
| 12                                                                      | 100     |

- Una vez instalada toda la carga, revise periódicamente el funcionamiento del transformador.
- Lleve un registro escrito de las condiciones finales de instalación.
- Limpie y ordene el área de trabajo.

Si durante la ejecución de las pruebas descritas en esta guía, desde el numeral 12.1 hasta el numeral 12.2.3, se le presenta algún inconveniente, tenga en cuenta las recomendaciones de la tabla:

Nota: Si el (os) inconveniente (s) persiste (n), no intervenga el transformador y comuníquese con MAGNETRON S.A.S.

| Inconveniente presentado                                                    | No da relación de transformación | No da resistencia de los devanados en MT | Resistencia de los aislamientos muy bajos | Corto en la resistencia de los aislamientos |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------|
| ¿Qué revisar?                                                               |                                  |                                          |                                           |                                             |
| Revisar estado del equipo de medición y los cables                          | X                                | X                                        |                                           |                                             |
| Revisar correcto enclavamiento y ajuste del conmutador                      | X                                | X                                        |                                           |                                             |
| Revisar conexión del TTR al transformador, de acuerdo al grupo de conexión, | X                                |                                          |                                           |                                             |
| Revisar equipo de medición, que este en el rango correcto                   |                                  | X                                        |                                           |                                             |
| Limpieza de los terminales de MT y BT                                       |                                  |                                          | X                                         |                                             |
| Temperatura de la prueba                                                    |                                  |                                          | X                                         |                                             |
| Corrección resultados por temperatura                                       |                                  |                                          | X                                         |                                             |
| Revisar que el punto neutro este desconectado de tierra                     |                                  |                                          |                                           | X                                           |
| Si tiene pantalla electrostática, que no esté conectada a tierra.           |                                  |                                          |                                           | X                                           |

## 15. Mantenimiento

**Precaución:** Si no se realiza y evidencia la ejecución del mantenimiento preventivo, ocasionará la pérdida de la garantía.

**Precaución:** Durante el periodo de garantía reporte todas las fallas o eventualidades a MAGNETRON S.A.S., por ningún motivo intervenga el transformador.

Para intervenir el transformador, desconecte las fuentes de tensión de MT y BT con el fin de dejarlo fuera de servicio.

Desconecte los terminales de MT, cortocircuitelos y conéctelos al sistema de puesta a tierra.

Desconecte los terminales de BT, cortocircuitelos y conéctelos al sistema de puesta a tierra.

Delimite y señalice la zona de trabajo.

El dueño del transformador es el responsable de inspeccionarlo, mantenerlo y conservarlo en buen estado.

El transformador es una máquina eléctrica diseñada y fabricada para funcionar 20 años o más en condiciones normales de ambiente y uso.

Los transformadores secos no requieren mantenimiento, en cualquier

caso, es buena práctica realizar inspecciones periódicas, especialmente, si la máquina está expuesta a condiciones ambientales particulares.

### 15.1 Mantenimiento preventivo

La inspección permanente, contribuirá con la segura y confiable operación del transformador.

Una vez al año se debe inspeccionar el transformador verificando lo siguiente:

- Inspección externa
- Inspección general
- Pruebas eléctricas de rutina
- Pruebas a los dispositivos de protección

#### 15.1.1 Inspección externa

Revise y registre las condiciones externas del transformador.

La inspección deberá incluir los siguientes puntos:

- Estado y limpieza del transformador.
- Estado y limpieza de los aisladores o barrajes de MT y BT.
- Estado y limpieza de los pararrayos (DPS).
- Condiciones del sistema de puesta a tierra.
- Verificación de las conexiones eléctricas.
- Verificación de la operación del cambiador de derivaciones.



- Estado de la pintura, verificando posibles puntos de oxidación.
- Inspección interna del tablero de control (si tiene).
- Estado de los accesorios de control o protección (si tiene).
- Condiciones del sitio de instalación.

Las eventualidades que se puedan presentar, deberán ser corregidas.

#### **15.1.2 Inspección general**

La inspección incluye la verificación de la temperatura de los devanados, la adecuada ventilación y el cumplimiento de las distancias mínimas requeridas.

Es importante registrar las mediciones, estas sirven como referencia para las inspecciones futuras y ayudan a identificar fallas o anomalías potenciales.

#### **15.1.3 Pruebas eléctricas de rutina**

Las pruebas eléctricas se deben realizar con el transformador desenergizado.

Las pruebas a realizar son:

- Relación de transformación,
- Resistencia de los devanados,
- Resistencia de los aislamientos.

#### **15.1.4 Pruebas a los dispositivos de control o protección**

Se recomienda revisar el buen funcionamiento de estos dispositivos cada año.

#### **15.2 Mantenimiento correctivo**

- Durante el periodo de garantía reporte todas las fallas o eventualidades a MAGNETRON S.A.S., por ningún motivo intervenga el transformador
- Para intervenciones por fuera del periodo de garantía, contáctese con MAGNETRON S.A.S. o utilice un taller especializado en transformadores.

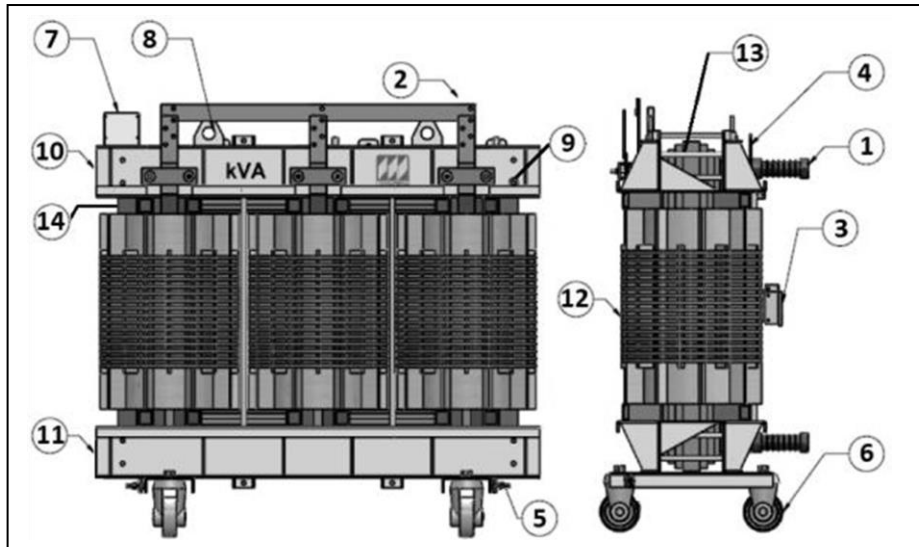


Figura 56: Partes transformador seco clase H

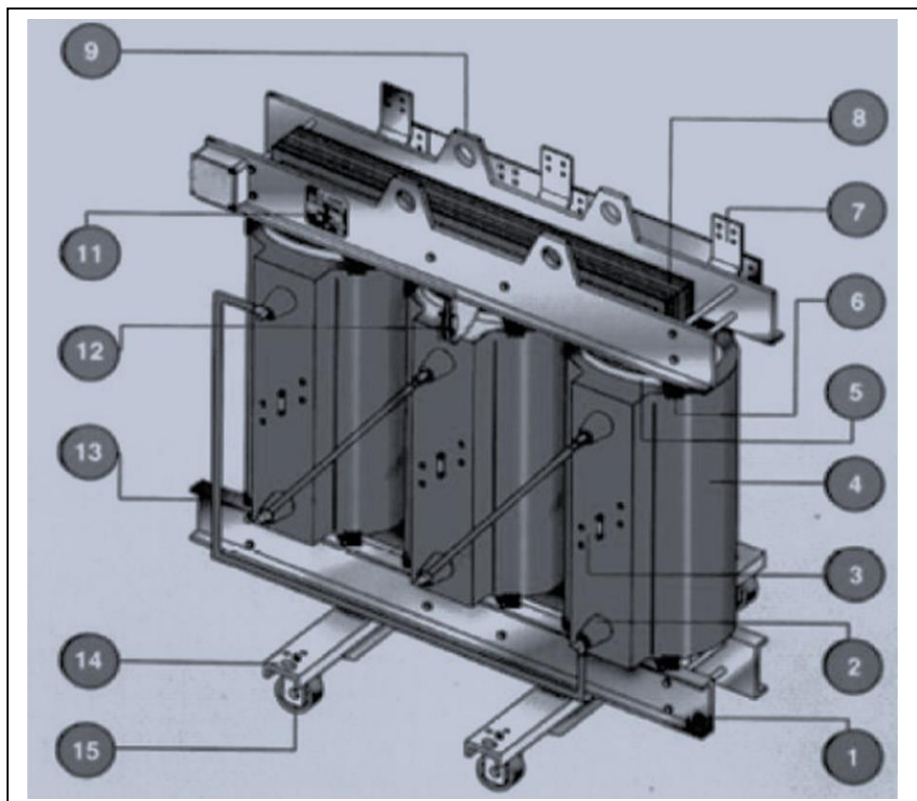


Figura 57: Partes transformador seco clase F

| <b>Ítem</b> | <b>Descripción accesorios seco clase H</b> |
|-------------|--------------------------------------------|
| 1           | Aisladores de MT                           |
| 2           | Terminales o barraje de BT                 |
| 3           | Conmutador de derivaciones                 |
| 4           | Soportes para DPS                          |
| 5           | Aterrizaje transformador                   |
| 6           | Ruedas orientables                         |
| 7           | Placa de características                   |
| 8           | Orejas de levante o izaje                  |
| 9           | Aterrizaje Pn                              |
| 10          | Brida superior                             |
| 11          | Brida inferior                             |
| 12          | Devanados                                  |
| 13          | Núcleo                                     |
| 14          | Confinamientos                             |

| <b>Ítem</b> | <b>Descripción accesorios seco clase F</b> |
|-------------|--------------------------------------------|
| 1           | Aterrizaje transformador                   |
| 2           | Aisladores de MT                           |
| 3           | Conmutador de derivaciones                 |
| 4           | Devanado MT                                |
| 5           | Devanado BT                                |
| 6           | Confinamientos                             |
| 7           | Barraje BT                                 |
| 8           | Núcleo                                     |
| 9           | Orejas de levante o izaje                  |
| 11          | Placa de características                   |
| 12          | Termosonda temperatura                     |
| 13          | Brida                                      |
| 14          | Argolla de traslado                        |
| 15          | Ruedas orientables                         |

## **16. Reparación**

- El dueño del transformador es el responsable de inspeccionarlo, mantenerlo y conservarlo en buenas condiciones.
- Durante el periodo de garantía reporte todas las fallas o eventualidades a MAGNETRON S.A.S., por ningún motivo intervenga el transformador.
- Todas las reparaciones bajo garantía debe hacerlas MAGNETRON S.A.S. o un taller de servicio autorizado.
- Para reparaciones por fuera del periodo de garantía, contáctese con MAGNETRON S.A.S. o utilice un taller especializado en transformadores



## 17. Problemas y posibles soluciones

Recuerde cumplir a cabalidad los numerales de **revisión y pruebas antes de la instalación e instalación** (numerales 12 y 13).

Los ajustes de los accesorios se deben hacer con un torquímetro y aplicando el torque recomendado en el numeral **17 “Torque de ajuste”**.

Los ajustes de accesorios se hacen solo externamente, para los ajustes internos, contáctese con MAGNETRON S.A.S. o con un taller autorizado.

| Inconveniente presentado                               | Expulsa las cañuelas | Funde los fusibles | Diferencia de voltaje entre fases de BT | No da salida de voltaje en BT |
|--------------------------------------------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------------------|-------------------------------|
| ¿Qué revisar?                                          |                      |                    |                                         |                               |
| Conexión del transformador a la línea de MT            | X                    |                    |                                         | X                             |
| Estado pararrayos                                      | X                    |                    |                                         |                               |
| Características del pararrayos                         | X                    |                    |                                         |                               |
| Energizar sin carga                                    | X                    | X                  |                                         |                               |
| Revisar estado de los fusibles                         |                      | X                  |                                         |                               |
| Revisar que los fusibles sean los correctos (amperaje) |                      | X                  |                                         |                               |
| Correcto aterrizaje del transformador (tanque)         |                      | X                  | X                                       |                               |
| Correcto aterrizaje del Pn                             |                      |                    | X                                       |                               |
| Revisar ajustes de las conexión del cableado           |                      |                    | X                                       | X                             |
| Limpiar y monitorear si persiste                       |                      |                    |                                         |                               |
| Revisar torque de ajuste (externamente)                |                      |                    |                                         |                               |
| Revisar voltaje de entrada                             |                      |                    |                                         | X                             |
| Revisar voltaje de entrada                             |                      | X                  |                                         |                               |
| Correcto anclaje del conmutador                        |                      |                    |                                         | X                             |
| Realizar pruebas al transformador                      | X                    |                    |                                         | X                             |

| Inconveniente presentado                                                    | No da relación de transformación | No da resistencia de los devanados en MT | Resistencia de los aislamientos muy bajos | Corto en la resistencia de los aislamientos | Vibraciones o ruido |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------|
| ¿Qué revisar?                                                               |                                  |                                          |                                           |                                             |                     |
| Revisar estado del equipo de medición y los cables                          | X                                | X                                        |                                           |                                             |                     |
| Revisar correcto enclavamiento y ajuste del conmutador                      | X                                | X                                        |                                           |                                             |                     |
| Revisar conexión del TTR al transformador, de acuerdo al grupo de conexión, | X                                |                                          |                                           |                                             |                     |
| Revisar equipo de medición, que este en el rango correcto                   |                                  | X                                        |                                           |                                             |                     |
| Limpieza de los terminales de MT y BT                                       |                                  |                                          | X                                         |                                             |                     |
| Temperatura de la prueba                                                    |                                  |                                          | X                                         |                                             |                     |
| Corrección resultados por temperatura                                       |                                  |                                          | X                                         |                                             |                     |
| Revisar que el punto neutro este desconectado de tierra                     |                                  |                                          |                                           | X                                           |                     |
| Si tiene pantalla electrostática, que no esté conectada a tierra.           |                                  |                                          |                                           | X                                           |                     |
| Voltaje de entrada                                                          |                                  |                                          |                                           |                                             | X                   |
| Ajustes del núcleo y la brida                                               |                                  |                                          |                                           |                                             | X                   |
| Acople del transformador al piso                                            |                                  |                                          |                                           |                                             | X                   |
| Distancias mínimas a objetos reflectantes                                   |                                  |                                          |                                           |                                             | X                   |
| Conexiones, que no estén rígidas, especialmente las de BT                   |                                  |                                          |                                           |                                             | X                   |

| Síntomas                              | Causas                                                                                                                                                                        | Verificaciones y acciones                                                 |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Sobretensión en los arrollamientos    | Continuas sobrecargas; conexiones externas incorrectas, falta de ventilación, temperatura ambiente elevada, ventiladores dañados o mal direccionados, alto contenido armónico | Características nominales<br>Ventilación<br>Conexiones                    |
| Tensión reducida                      | Pérdida de conexión al primario                                                                                                                                               | Conexiones                                                                |
| Tensión secundaria excesiva           | Tensión de alimentación elevada; conexión primaria incorrecta                                                                                                                 | Características nominales                                                 |
| Tensiones secundarias desequilibradas | Sobrecarga; conexiones en presas diferentes por bobina.                                                                                                                       | Características nominales                                                 |
| Avería del aislamiento                | Sobrecargas continuas; suciedad en las bobinas, daños mecánicos por desplazamiento, impulsos de tensión en la línea.                                                          | Características nominales<br>Limpieza<br>Desplazamiento<br>Sobretensiones |
| Apertura de fusibles o interruptores. | Fusibles o interruptores con apertura no retardada, cortocircuitos, sobrecargas.                                                                                              | Características nominales<br>Dispositivos de protección                   |
| Recalentamiento de los cables         | Conexiones no fijadas correctamente; sección incorrecta de los cables.                                                                                                        | Conexiones<br>Ventilación                                                 |

| <b>Núcleo magnético</b>        |                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                     |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Vibraciones y ruido            | Baja frecuencia y/o alta tensión de alimentación; fijaciones flojas por transporte o desplazamiento; conexión incorrecta en las presas; instalación sobre suelos suspendidos o cerca de paredes, conductores rígidos. | Características nominales<br>Conexiones mecánicas<br><br>Causas del aumento sonoro: |
| Sobrecalentamiento             | Alta tensión en la entrada; carga inadecuada; armónicos, suciedad en el núcleo.                                                                                                                                       | Características nominales<br>Mantenimiento                                          |
| Alta intensidad en vacío       | Frecuencia baja; alta tensión de entrada                                                                                                                                                                              | Características nominales                                                           |
| <b>Materiales dieléctricos</b> |                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                     |
| Humo                           | El exceso de barniz se puede chamuscar la primera vez que se alimenta el transformador y causar humo. Esto no es un problema pero si el humo se mantiene podría haberse quemado el aislante.                          |                                                                                     |
| Aislamiento quemado.           | Impulsos de tensión en la línea; exceso de suciedad y polvo sobre las bobinas                                                                                                                                         | Sobretensiones<br>Mantenimiento                                                     |
| Sobrecalentamiento             | Cierre de los canales o ventilación inadecuada.                                                                                                                                                                       | Ventilación                                                                         |

## 18. Torques de ajuste

**Precaución:** Los torques corresponden a la tornillería descrita en cada accesorio, se recomienda consultar a MAGNETRON S.A.S. cada vez que se requiera realizar algún ajuste.

No todos los accesorios que hacen parte de los transformadores están listados.

Los diferentes ajustes que se hacen en los accesorios externos del transformador, se realizan siguiendo las recomendaciones de los proveedores en cuanto a torques de ajuste. A continuación, se listan los más relevantes:

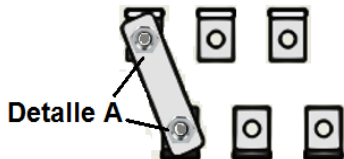
### 18.1 Tornillería en general

| T o r q u e (lbf * ft) |         |         |         |                  |      |      |
|------------------------|---------|---------|---------|------------------|------|------|
| Hierro                 |         |         |         | Acero inoxidable |      |      |
| Diámetro               | Grado 2 | Grado 5 | Grado 8 | Diámetro         | A304 | A316 |
| 1/4                    | 5,5     | 8       | 12      | 1/4              | 6    | 7    |
| 5/16                   | 11      | 17      | 25      | 5/16             | 11   | 12   |
| 3/8                    | 20      | 31      | 44      | 3/8              | 20   | 21   |
| 7/16                   | 32      | 49      | 70      | 7/16             | 31   | 33   |
| 1/2                    | 49      | 75      | 107     | 1/2              | 43   | 45   |
| 9/16                   | 70      | 109     | 154     | 9/16             | 56   | 59   |
| 5/8                    | 97      | 150     | 212     | 5/8              | 92   | 96   |
| 3/4                    | 173     | 266     | 376     | 3/4              | 127  | 131  |
| 7/8                    | 166     | 429     | 606     | 7/8              | 194  | 202  |
| 1                      | 250     | 644     | 909     | 1                | 286  | 299  |
| 1-1/8                  | 354     | 794     | 1287    | 1-1/8            | 413  | 432  |
| 1-1/4                  | 500     | 1120    | 1875    | 1-1/4            | 523  | 546  |
| 1-3/8                  | 655     | 1469    | 2382    | 1-1/2            | 888  | 930  |
| 1-1/2                  | 870     | 1950    | 3161    |                  |      |      |

| T o r q u e (lbf * ft) |       |        |                   |          |
|------------------------|-------|--------|-------------------|----------|
| latón / Bronce         |       |        | Aluminio 2024 -T4 |          |
| Diámetro               | Latón | Bronce | Diámetro          | 2024 -T4 |
| 1/4                    | 5     | 6      | 1/4               | 4        |
| 5/16                   | 9     | 10     | 5/16              | 7        |
| 3/8                    | 16    | 18     | 3/8               | 12       |
| 7/16                   | 26    | 29     | 7/16              | 19       |
| 1/2                    | 35    | 40     | 1/2               | 26       |
| 9/16                   | 47    | 53     | 9/16              | 34       |
| 5/8                    | 76    | 86     | 5/8               | 60       |
| 3/4                    | 104   | 118    | 3/4               | 82       |
| 7/8                    | 159   | 178    | 7/8               | 124      |
| 1                      | 235   | 265    | 1                 | 184      |
| 1-1/8                  | 337   | 383    | 1-1/8             | 265      |
| 1-1/4                  | 428   | 485    | 1-1/4             | 336      |
| 1-1/2                  | 727   | 822    | 1-1/2             | 570      |

### 18.2 Conmutador de derivaciones

| Detalle | Descripción          | Torque (lb-ft) |        |
|---------|----------------------|----------------|--------|
|         |                      | Inoxidable     | Bronce |
| A       | Ajuste tornillo 3/8" | 20             | 18     |



### 18.3 Aislador resina epóxica

| Detalle | Descripción          | Torque (lb-ft) |        |
|---------|----------------------|----------------|--------|
|         |                      | Inoxidable     | Bronce |
| A       | Ajuste tornillo 3/8" | 20             | 18     |
| B       | Ajuste tornillo 1/4" | 6              | 6      |
| C       | Ajuste tornillo 5/8" | 92             | 86     |





## 19. Medio ambiente

MAGNETRON S.A.S. es una empresa comprometida con el medio ambiente, por tal motivo, nuestros transformadores cumplen con todos los requisitos relacionados con el tema.

MAGNETRON S.A.S. ha identificado los riesgos potenciales que pueden producir efectos medioambientales perjudiciales para el medio ambiente.

A sí mismo, MAGNETRON S.A.S. aporta a sus clientes una serie de consejos medioambientales, con el fin de prevenir y minimizar la contaminación a lo largo del ciclo de vida del transformador.

Los consejos medioambientales están consignados en el plan de manejo ambiental, constituido por 5 programas de gestión ambiental.

Si quiere conocer más sobre los programas ambientales, contáctese con MAGNETRON S.A.S.

El receptor final del transformador debe atender la legislación vigente y que le aplique.

Cuando el transformador ha cumplido su vida útil, se pueden tomar las siguientes medidas:

- Se pueden recuperar los conductores de los devanados y el barraje de BT y venderlos como chatarra o reciclarse (cobre o aluminio).

- En los encapsulados, la resina se gestiona como un residuo urbano inerte.
- Las partes metálicas, también se puede reciclar o vender como chatarra (bridas, núcleo, ruedas, tornillería, etc.).

Este tipo de transformador no genera residuos en su funcionamiento normal.

El embalaje (base y huacal) con los que se suministra el transformador, son de madera y se pueden reutilizar o reciclar según su estado.

**Precaución:** El transformador tipo seco es autoextinguible y arde con dificultad, no obstante, si se presenta fuego, no utilice agua para combatirlo, use dióxido de carbono, espuma o polvo seco.

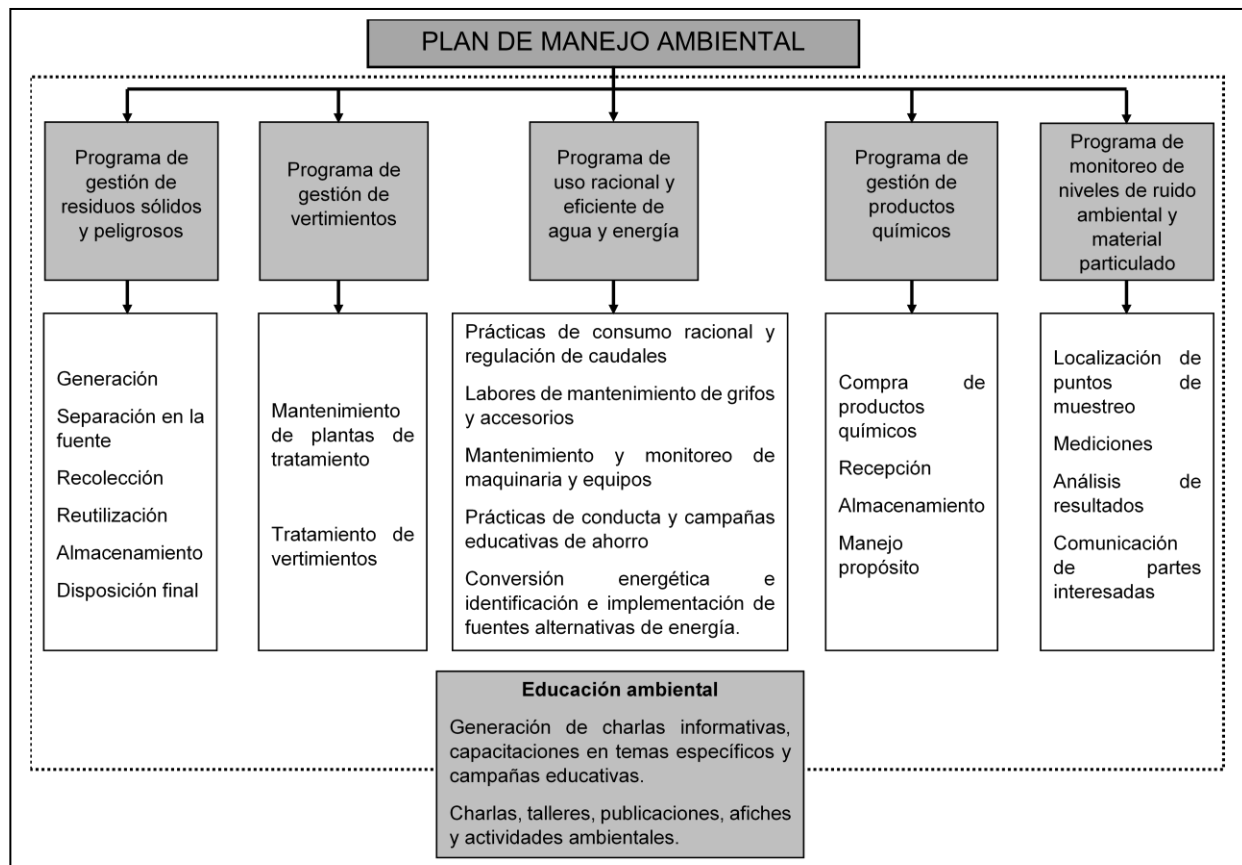


Figura 58: Plan de manejo ambiental MAGNETRON S.A.S.



## **20. Términos y condiciones de garantía**

Remítase al certificado de garantía que se entrega con cada producto; al respaldo de la misma, se encuentran las instrucciones que se deben seguir para hacer efectiva la garantía y las condiciones que la invalidan.

## 21. Contáctenos

Para mayor información o para brindarle soporte técnico, contáctenos a través de los siguientes medios:

|                                                                                   |                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <a href="mailto:servicioexterno.magnetron.com.co">servicioexterno.magnetron.com.co</a>     |
|                                                                                   | <a href="mailto:servicioalcliente.magnetron.com.co">servicioalcliente.magnetron.com.co</a> |
|  | (57) 3187117456<br>(57) 3157100 extensión 101                                              |