



# **MANUAL DEL USUARIO**

## **GABINETES DE SECCIONAMIENTO**

Versión 1.0 – Abril 2018



### **DESCARGO DE GARANTÍAS Y LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

La información, recomendaciones, descripciones y anotaciones de seguridad de este documento se basan en la experiencia y el criterio de Industria Andina de Transformadores S.A. (“INATRA”) y es posible que no cubra todas las contingencias. Si se requiere más información, se debe consultar a una oficina de ventas de INATRA. La venta del producto que se muestra en este documento está sujeta a los términos y condiciones descritos en las políticas de venta de INATRA u otro acuerdo contractual entre INATRA y el comprador.

**NO HAY ENTENDIMIENTOS, ACUERDOS, GARANTÍAS, EXPRESAS O IMPLÍCITAS, INCLUIDAS LAS GARANTÍAS DE IDONEIDAD PARA UN PROPÓSITO EN PARTICULAR O COMERCIALIZACIÓN, DISTINTAS DE LAS EXPRESAMENTE ESTABLECIDAS EN CUALQUIER CONTRATO EXISTENTE ENTRE LAS PARTES.  
EL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO NO SERÁ PARTE NI MODIFICARÁ NINGÚN CONTRATO ENTRE LAS PARTES.**

En ningún caso INATRA será responsable ante el comprador o usuario en contrato, por responsabilidad extracontractual (incluida negligencia), responsabilidad objetiva o de otro tipo por cualquier daño o pérdida especial, indirecta, incidental o consecuente, incluidos, entre otros, daños o pérdidas de uso de equipo, planta o sistema eléctrico, costo de capital, pérdida de energía, gastos adicionales en el uso de instalaciones eléctricas existentes, o reclamos contra el comprador o usuario por parte de sus clientes como resultado del uso de la información, recomendaciones y descripciones contenidas aquí. La información contenida en este manual está sujeta a cambios sin previo aviso.

## **CONTENIDO**

<b>DESCARGO DE GARANTÍAS Y LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD</b>	<b>2</b>
<b>1. GENERALIDADES</b>	<b>4</b>
<b>2. USOS</b>	<b>5</b>
<b>3. TIPOS</b>	<b>5</b>
<b>4. INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN</b>	<b>6</b>
<b>5. OPERACIÓN</b>	<b>9</b>
5.1. APLICACIÓN	9
5.2. MANIPULACIÓN DEL SWITCH ON/OFF	9
5.3. FUSIBLES	10
5.4. PROCEDIMIENTO DE INTERCAMBIO DE FUSIBLES	10
<b>6. INFORMACIÓN DE MANTENIMIENTO</b>	<b>10</b>
6.1. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN DE MANTENIMIENTO	11
6.2. INSPECCIÓN INTERNA Y REEMPLAZO DE BUJES	12
6.3. MANTENIMIENTO DE FLUIDOS AISLANTES	13
6.4. FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO	13
6.5. TIPOS DE MUESTRAS DE FLUIDOS	14
6.6. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO DE FLUIDOS	14
6.7. PROCEDIMIENTO DE LLENADO DE FLUIDO	16
6.8. ENSAYO DE FLUIDOS	17
6.8.1 PRUEBAS GENERALES DE FLUIDOS	17
6.8.2 ANÁLISIS DE GASES DISUELTOS	18
6.9. REPUESTOS	18
<b>7. ENSAYOS</b>	<b>18</b>



## 1. GENERALIDADES

Un gabinete de seccionamiento consiste de un tanque con compartimientos de cables de alta tensión y sus accesorios.

Los compartimientos tienen un sistema de apertura con dispositivos de seguridad que deben ser manipulados antes de que la puerta del compartimiento pueda ser abierta. Las bisagras y pasadores de la tapa y/o de la puerta son construidos en acero inoxidable.

El tanque y los compartimientos del gabinete de seccionamiento son construidos de tal forma que no permitan el desensamble, ruptura o desprendimiento de cualquier puerta, con la puerta en la posición de cerrado asegurado.

Los bordes inferiores del tanque principal son construidos de forma que faciliten el uso de dispositivos de anclaje.

La obra civil de apoyo debe proveer el espacio adecuado para proteger los cables que se conectan al gabinete, durante los movimientos del mismo al realizar su montaje o desmontaje.

El gabinete de seccionamiento está provisto con dispositivos para levantar o izar, que están permanentemente unidos sobre el tanque, de tal forma que se proporciona un levantamiento balanceado, distribuido en una posición vertical, del gabinete completamente ensamblado.

El gabinete de seccionamiento está provisto con un indicador (visor) de aceite externo que permita determinar el nivel normal de aceite en el interior del tanque del gabinete, el cual se encuentra localizado dentro de uno de los compartimientos, usualmente en el compartimiento de la entrada.

## 2. USOS

Equipos utilizados para seccionar y hacer derivaciones en los alimentadores primarios subterráneos de distribución.

Poseen una entrada y una o más salidas o derivaciones dependiendo de las necesidades del cliente; estas salidas están conectadas a través de igual número de seccionadores ON/OFF, de operación selectiva e independiente, bajo carga e inmerso en aceite.

### 3. TIPOS

Los gabinetes de seccionamiento se fabrican en dos tipos:

- Tipo A: Con puertas en ambas caras (laterales).
- Tipo B: Con puertas frontales.

Ambos tipos de gabinetes cumplen la misma función, los diferencian la forma constructiva de los mismos. Los del Tipo A poseen puertas abatibles hacia arriba y el acceso a los conectores se lo realiza tanto por la parte frontal como por la parte posterior del equipo (ver figura #1), mientras que los gabinetes Tipo B poseen puertas abatibles tipo armario que permiten el acceso a los conectores sólo por la parte frontal de los mismos (ver figura #2).

La ventaja de los Tipo A es que son unidades un poco más compactas y por ende más económicas, pero su desventaja radica en que la base de montaje debe poseer doble foso para la entrada y salida de conductores los cuales se ubican en los compartimientos laterales del equipo, esto incurre en una obra civil más elaborada y requiere de un mayor espacio físico alrededor del equipo de tal manera que se pueda acceder a ambos compartimientos.

La ventaja de los Tipo B es que el acceso es únicamente por la parte frontal y solo requiere de un foso para la entrada y salida de conductores, esto también nos permite no requerir tanto espacio físico alrededor del equipo, su desventaja se presenta en el tamaño puesto que son unidades más grandes y más costosas que las Tipo A.



*Figura #1. Gabinete de Seccionamiento Tipo A.*



Figura #2. Gabinete de Seccionamiento Tipo B.

#### 4. INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN

**Advertencia**

***Este equipo no está destinado a proteger la vida humana. Siga todos los procedimientos y prácticas de seguridad aprobados localmente al instalar u operar este equipo.***

***El incumplimiento puede ocasionar la muerte, lesiones personales graves y daños al equipo.***

- i. **Verifica el nivel de fluido.** Asegúrese de que el fluido en el tanque del gabinete de seccionamiento esté en el nivel adecuado, visualizando el indicador de nivel de fluido ubicado en uno de los compartimentos del equipo.
- ii. **Pruebe la rigidez dieléctrica del fluido y el contenido de humedad.** Si el gabinete de seccionamiento ha estado almacenada por algún tiempo o se está reubicando, realice una prueba dieléctrica y un análisis de humedad en el fluido de acuerdo con los procedimientos de prueba aprobados por ASTM.

**Aviso**

***El uso de fluido dieléctrico vegetal está limitado a una temperatura mínima de funcionamiento de 0 °C. El incumplimiento puede dar como resultado un mal funcionamiento del equipo.***

**Advertencia**

***Este equipo se basa en el fluido dieléctrico para proporcionar aislamiento eléctrico entre los componentes. La rigidez dieléctrica y el contenido de humedad del fluido deben verificarse regularmente, como parte de la inspección de mantenimiento de rutina, para asegurar que esté en o por encima de los requisitos dieléctricos mínimos y por debajo del contenido máximo de humedad. El uso de este equipo con fluido dieléctrico que no cumpla con los requisitos puede provocar descargas internas que dañarán el equipo y pueden provocar la muerte o lesiones graves.***

- iii. **Verifique las capacidades nominales en la placa de características.** Asegúrese de que las capacidades nominales que se muestran en la placa de características del gabinete de seccionamiento sean correctas para la instalación planificada.

**Advertencia**

***Use las orejas de izaje provistas y siga todas las prácticas de seguridad aprobadas localmente al levantar y montar el equipo. Levante la unidad suavemente y no permita que la unidad oscile. Una elevación inadecuada puede provocar lesiones personales graves, la muerte y/o daños al equipo.***

**Aviso**

***Una elevación inadecuada puede causar daños al equipo y provocar una falla prematura. Se recomienda levantar con una barra separadora de longitud completa.***

**Aviso**

***Nunca coloque gatos, aparejos u otros accesorios debajo de la unidad con el propósito de levantar objetos. De lo contrario, se dañará el equipo.***

- iv. Monte el gabinete de seccionamiento en la plataforma de hormigón.
- a. El gabinete debe instalarse en una plataforma nivelada de hormigón o en una estructura lo suficientemente fuerte como para soportar el peso.
  - b. El gabinete debe ser izado únicamente por las disposiciones de elevación provistas en las cuatro esquinas del tanque principal. Se deben usar correas de elevación adecuadas para evitar daños en la carcasa del gabinete.
  - c. Fije el gabinete de seccionamiento. El gabinete debe estar anclado a la plataforma de concreto utilizando las bases de montaje provistas y usando pernos de fijación adecuados.

**Advertencia**

***Voltaje peligroso. Aterrice sólidamente todos los equipos. El incumplimiento puede ocasionar la muerte, lesiones personales graves y daños al equipo.***

- v. **Conecte a tierra el gabinete.** El gabinete debe estar conectado a tierra adecuadamente. Instale una conexión a tierra permanente de baja resistencia al tanque principal del gabinete. Las provisiones de puesta a tierra se proporcionan cerca del fondo del tanque.

**Precaución**

***Mala operación del equipo. Siempre use fusibles compatibles. Siga todas las prácticas operativas aprobadas localmente cada vez que cambie los fusibles. Los ensambles de fusibles Bay-O-Net deben reposicionarse y operarse de acuerdo con las instrucciones proporcionadas por el fabricante del fusible. Si no se instala el fusible adecuado, es posible que el gabinete funcione incorrectamente, produzca daños al equipo y genere lesiones personales.***

- vi. **Montar e instalar fusibles.** Si el gabinete de seccionamiento está equipado con fusibles, asegúrese de que los fusibles estén dimensionados correctamente para la instalación y de que estén instalados correctamente. Además, verifique que los fusibles sean compatibles con los porta-fusibles suministrados con el gabinete.
- vii. **Haga las conexiones de línea de alta tensión.**
- a. Antes de realizar las conexiones, asegúrese de que los codos de los cables del lado de la fuente (entrada) y del lado de las cargas (salidas y/o derivaciones) estén identificados correctamente y que el gabinete de seccionamiento esté orientado correctamente para la instalación. Los cables de la fuente deben conectarse a los respectivos bujes de entrada de la unidad y los cables de salidas y/o derivaciones deben conectarse a los respectivos bujes de cada salida.
  - b. Consulte los diagramas de operación de cada línea ubicados en la placa de características que se encuentra adosado en una de las puertas del equipo. Las capacidades de voltaje y potencias que se muestran en la placa de identificación deben ser correctas para la instalación planificada.
  - c. Todos los cables que no estén en uso deben estar aislados de todos los demás cables. Los cables no usados deben estacionarse en aisladores de parqueo o conectarse a tierra adecuadamente con un kit de conexión a tierra.
  - d. Todos los bujes que no estén en uso deben estar aislados con bujes de aislamiento (isolating caps) adecuados para el respectivo nivel de tensión. También se recomienda que las puntas de conexión de los codos estén preinstalados para su uso futuro. Las puntas de conexión deben ser torquedadas en su lugar y esto debe hacerse antes de que el equipo sea energizado.

**Advertencia**

***Voltaje peligroso. Las puertas del gabinete deben estar cerradas y con candado en todo momento cuando estén desatendidas. El incumplimiento puede ocasionar la muerte, lesiones personales graves y daños al equipo.***

**Importante**

***No use las cubiertas (tapas) rojas en los bujes no utilizados. No están diseñados para uso permanente en equipos energizados.***

- viii. **Cierre las puertas** y aplique un candado para asegurar el gabinete de seccionamiento a accesos no autorizados.

## 5. OPERACIÓN

### **Peligro**

***Voltaje peligroso. El contacto con una tensión peligrosa provocará la muerte o lesiones personales graves. Siga todos los procedimientos de seguridad aprobados localmente cuando trabaje con líneas y equipos de alta y baja tensión.***

### **Advertencia**

***Voltaje peligroso. Nunca confíe en la posición abierta del switch ON/OFF; no asegure que la línea esté des-energizada. Siga todas las prácticas de seguridad aprobadas localmente. El incumplimiento puede ocasionar el contacto con alta tensión, lo que puede causar la muerte o lesiones personales graves.***

### **Advertencia**

***No opere este equipo si las partes energizadas no están sumergidas en el fluido dieléctrico. El funcionamiento, cuando las piezas no están sumergidas correctamente en el fluido dieléctrico, puede provocar descargas eléctricas internas que dañarán el equipo y pueden causar la muerte o lesiones personales graves.***

### 5.1. APLICACIÓN

Este gabinete de seccionamiento solo debe aplicarse dentro de sus capacidades nominales especificadas. En ningún momento la carga continua total excederá las capacidades nominales que se muestran en la placa de características del equipo.

El gabinete de seccionamiento siempre debe llenarse al nivel correcto con aceite aislante u otro fluido dieléctrico aprobado.

### **Advertencia**

***Voltaje peligroso. Siempre use una pértiga cuando trabaje con este equipo. De lo contrario, podría producirse un contacto con alto voltaje, lo que provocará la muerte o lesiones personales graves.***

### **Aviso**

***El uso de fluido dieléctrico vegetal está limitado a una temperatura mínima de funcionamiento de 0 °C. El incumplimiento puede dar como resultado un mal funcionamiento del equipo.***

### 5.2. MANIPULACIÓN DEL SWITCH ON/OFF

La manija de operación de los seccionadores bajo carga montados en los compartimientos del gabinete puede operarse con una pértiga. Siempre siga las prácticas operativas aprobadas localmente cuando trabaje con este equipo.

Cada apertura y cierre del seccionador bajo carga requiere un movimiento completo de CERRADO a ABIERTO o ABIERTO a CERRADO. No invierta el movimiento entre cada movimiento completo, ya que puede provocar que el mecanismo se trabe y eventualmente falle.

**Precaución**

***Mala operación del equipo. Siempre use fusibles compatibles. Siga todas las prácticas operativas aprobadas localmente cada vez que cambie los fusibles. Los ensambles de fusibles Bay-O-Net deben reposicionarse y operarse de acuerdo con las instrucciones proporcionadas por el fabricante del fusible. Si no se instala el fusible adecuado, es posible que el gabinete funcione incorrectamente, produzca daños al equipo y genere lesiones personales.***

### **5.3. FUSIBLES**

Siga las prácticas operativas aprobadas localmente cada vez que cambie los fusibles. Verifique que los fusibles de reemplazo sean compatibles con los porta-fusibles suministrados con el gabinete de seccionamiento.

**Advertencia**

***Voltaje peligroso. Este equipo debe estar des-energizado y conectado a tierra antes de realizar cualquier procedimiento de mantenimiento, muestreo de fluido dieléctrico o llenado de fluido dieléctrico. El incumplimiento puede ocasionar la muerte o lesiones personales graves.***

### **5.4. PROCEDIMIENTO DE INTERCAMBIO DE FUSIBLES**

- i. Des-energice y conecte a tierra correctamente el gabinete de seccionamiento.
- ii. Retire el codo conector y estacionelo en un bushing de parqueo adecuado.
- iii. Tape el buje (pasatapa) con un buje de aislamiento (isolating caps). Si la unidad no está equipada con protectores contra goteo en los porta-fusibles, cubra los bujes y los codos para evitar que el líquido gotee sobre ellos.
- iv. Siga las instrucciones proporcionadas con los fusibles de repuesto. Retire el fusible usado e instale el fusible de repuesto.
- v. Retire el buje de aislamiento del pasatapa. Retire el codo conector del soporte de parqueo y vuelva a instalar el codo en el pasatapa.

## **6. INFORMACIÓN DE MANTENIMIENTO**

**Advertencia**

***Este equipo se basa en el fluido dieléctrico para proporcionar aislamiento eléctrico entre los componentes. La rigidez dieléctrica y el contenido de humedad del fluido deben verificarse regularmente, como parte de la inspección de mantenimiento de rutina, para asegurar que esté en o por encima de los requisitos dieléctricos mínimos y por debajo del contenido máximo de humedad. El uso de este equipo con fluido dieléctrico que no cumpla con los requisitos puede provocar descargas internas que dañarán el equipo y pueden provocar la muerte o lesiones graves.***

**Precaución**

***Este equipo requiere inspección y mantenimiento de rutina para garantizar el funcionamiento correcto. Si no se mantiene, puede no funcionar correctamente. La operación incorrecta puede causar daños al equipo y posibles lesiones personales.***

Los gabinetes de seccionamiento son un diseño de frente muerto. Todas las partes vivas están contenidas dentro del recinto sellado del tanque. Se requiere un programa de inspección de mantenimiento de rutina para garantizar el funcionamiento correcto.

Es necesario establecer y mantener un programa regular de muestreo y prueba del fluido aislante para garantizar la rigidez dieléctrica adecuada, el contenido de humedad y los niveles de fluidos en el gabinete de seccionamiento.

## 6.1. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN DE MANTENIMIENTO

El gabinete de seccionamiento debe estar des-energizado, conectado a tierra y retirado del servicio antes de realizar cualquier procedimiento de mantenimiento, procesamiento de fluidos o llenado de fluidos.

**Advertencia**

***Voltaje peligroso. Este equipo debe estar des-energizado y conectado a tierra antes de realizar cualquier procedimiento de mantenimiento, muestreo de fluido dieléctrico o llenado de fluido dieléctrico. El incumplimiento puede ocasionar la muerte o lesiones personales graves.***

- i. **Des-energice y conecte a tierra correctamente el gabinete de seccionamiento.**
- ii. **Reduzca la presión interna del tanque a 0 PSIG.** El gabinete está equipado con una válvula de alivio de presión que se abre a 10 PSIG y se cierra a 6 PSIG. Para aliviar la presión interna del tanque, tire del anillo en la válvula de alivio de presión, para reducir la presión a 0 PSIG.
- iii. **Realice las siguientes inspecciones:**
  - a. **Verifique el nivel de líquido** - consulte la sección **Procedimiento de llenado de fluido** de este manual si los niveles de líquido son bajos.

**Nota:** Cuando el gabinete de seccionamiento está instalado en una superficie nivelada, la aguja en el indicador de nivel de líquido estará a media altura del visor cuando la temperatura del fluido sea de 25 °C. Temperaturas más frías y/o una superficie irregular provocarán que el medidor indique niveles de fluido inferiores a los máximos.

- b. **Inspeccione la cubierta del tanque** - la cubierta del tanque debe estar libre de pintura desconchada y corrosión. Si se encuentra una grieta u orificio, obtenga una muestra de fluido y verifique el contenido de humedad y la rigidez dieléctrica de inmediato. Si se necesita una tapa de repuesto o junta de cubierta, consulte la sección **Repuestos** de este manual.

- c. **Inspeccione el exterior del tanque para ver si hay fugas de líquido** - no debe haber manchas de líquido en o cerca de los sellos del tanque en los bushings y otros empaques o juntas en el interior de los compartimientos. Si hay manchas de líquido, verifique el nivel de líquido y consulte la sección **Procedimiento de llenado de fluido** de este manual si necesita más líquido. Las fugas del buje se pueden sellar volviendo a aplicar el torque a los pernos alrededor del mismo (5 a 6 lbs-pie).
- d. **Verifique las condiciones del buje y del codo** - las conexiones del codo deben estar seguras y libres de desgaste inusual. Anote las anomalías y comuníquese con el fabricante si tiene alguna inquietud.
- e. **Inspeccione el tanque y los gabinetes en busca de corrosión o signos inusuales de desgaste** - póngase en contacto con el fabricante si tiene alguna duda.
- f. **Verificación de funcionalidad** - verifique que las puertas del gabinete se cierren y bloqueen correctamente. Verifique el funcionamiento manual de cada seccionador. Póngase en contacto con el fabricante si tiene alguna inquietud.
- g. **Registre cualquier otro desgaste / anomalías inusuales** - comuníquese con el fabricante si tiene alguna inquietud.

## 6.2. INSPECCIÓN INTERNA Y REEMPLAZO DE BUJES

Si se sospecha daño interno o si el gabinete de seccionamiento debe abrirse para inspección, se recomienda el siguiente procedimiento.

### **Advertencia**

***Voltaje peligroso. Este equipo debe estar des-energizado y conectado a tierra antes de realizar cualquier procedimiento de mantenimiento, muestreo de fluido dieléctrico o llenado de fluido dieléctrico. El incumplimiento puede ocasionar la muerte o lesiones personales graves.***

- i. **Des-energice y conecte a tierra correctamente el gabinete de seccionamiento.**
- ii. **Saque una muestra de fluido** usando el dispositivo de muestreo ubicado en la parte inferior del tanque. Si se encuentra humedad en el tanque, reemplace el fluido con líquido aislante limpio y seco después del mantenimiento de la unidad.
- iii. **Limpie la tapa del tanque.** Tome las precauciones adecuadas para evitar que la suciedad, la humedad y cualquier otra materia extraña ingresen al tanque y contaminen el fluido aislante.
- iv. **Remueva la tapa del tanque.**
- v. **Inspeccione por daño interno.** Verifique que no haya conductores rotos y piezas sueltas dentro del gabinete de seccionamiento. Si algún buje, seccionador o porta-fusibles está dañado, repárelo según sea necesario.

- vi. **Reparaciones de bujes.** Los bujes se pueden cambiar a través de la tapa del tanque.
  - a. Baje el nivel de líquido según sea necesario para hacer las reparaciones. Almacene el fluido drenado de acuerdo con los procedimientos aprobados localmente y en un recipiente sellado, limpio y seco.
  - b. Desconecte los cables y terminales internos.
  - c. Reemplace el/los bujes dañados, los bujes tipo pozo (pasatapas), los porta-fusibles o los seccionadores, con piezas nuevas y una junta nueva. Asegúrese de colocar la junta para que se selle correctamente.
- vii. **Reemplace la tapa del tanque de ser necesario.** Deben usarse juntas nuevas al volver a instalar la cubierta.
- viii. **Rellene con fluido aislante.** Consulte las secciones **Procedimiento de muestreo de fluido** y **Ensayo de fluidos** en este manual, y asegúrese de que la unidad esté correctamente llena hasta el nivel de llenado de fluido de 25 °C con fluido aislante limpio y seco.
- ix. **Cierre y bloquee las puertas** del gabinete de seccionamiento, después de completar las reparaciones, para evitar el acceso no autorizado y el contacto accidental con líneas de alto voltaje.

### 6.3. MANTENIMIENTO DE FLUIDOS AISLANTES

**Advertencia**

***Este equipo se basa en el fluido dieléctrico para proporcionar aislamiento eléctrico entre los componentes. La rigidez dieléctrica y el contenido de humedad del fluido deben verificarse regularmente, como parte de la inspección de mantenimiento de rutina, para asegurar que esté en o por encima de los requisitos dieléctricos mínimos y por debajo del contenido máximo de humedad. El uso de este equipo con fluido dieléctrico que no cumpla con los requisitos puede provocar descargas internas que dañarán el equipo y pueden provocar la muerte o lesiones graves.***

Para garantizar un funcionamiento sin problemas de este equipo, se debe seguir un programa regular de pruebas de fluidos y mantenimiento de fluidos. Es necesario un programa rutinario de mantenimiento y prueba de fluidos para controlar los cambios que ocurren en el fluido como resultado del funcionamiento normal y para detectar condiciones anormales que puedan ocurrir.

Mantener un registro de estos datos de prueba ayudará a evaluar la condición del fluido a lo largo del tiempo.

**Aviso**

***El uso de fluido dieléctrico vegetal está limitado a una temperatura mínima de funcionamiento de 0 °C. El incumplimiento puede dar como resultado un mal funcionamiento del equipo.***

## 6.4. FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO

El fluido aislante debe probarse inicialmente dentro de los dos años posteriores a la instalación del equipo. Esa prueba arrojará la información requerida para establecer una línea base de referencia para observar las tendencias en el funcionamiento normal de la unidad y para diagnosticar cualquier condición de falla que pueda estar presente.

El fluido del gabinete de seccionamiento debe mantenerse al menos cada dos años. El mantenimiento programado debe incluir una inspección física de la unidad, una verificación del nivel de fluido y una prueba de fluidos como se describe en la sección **Ensayo de fluidos** de este manual.

## 6.5. TIPOS DE MUESTRAS DE FLUIDOS

La unidad debe estar des-energizada antes de extraer una muestra de fluido. Retirar una muestra de fluido de una unidad que tiene un nivel de fluido extremadamente bajo podría provocar descargas y falla de la unidad cuando la unidad se vuelva a energizar. Nunca energice este equipo sin asegurarse de que esté lleno hasta el nivel de fluido adecuado con un fluido aislante limpio y seco.

El procedimiento de muestreo de fluidos requiere que se tomen dos tipos de muestras de fluidos.

- a. **Una muestra de fluido a granel** que se utilizará para pruebas generales de fluidos. Se requiere aproximadamente un cuarto de galón (un litro), tomado de acuerdo con ASTM D923 (última revisión).
- b. **Una muestra de fluido "hermética a los gases"**, tomada de acuerdo con ASTM D3613 (última revisión), para diagnóstico y análisis de gases.

## 6.6. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO DE FLUIDOS

### Advertencia

***Voltaje peligroso. Este equipo debe estar des-energizado y conectado a tierra antes de realizar cualquier procedimiento de mantenimiento, muestreo de fluido dieléctrico o llenado de fluido dieléctrico. El incumplimiento puede ocasionar la muerte o lesiones personales graves.***

Use las siguientes pautas de muestreo de fluidos para evitar la contaminación y extraer muestras de fluidos de forma segura:

- i. Des-energice y conecte a tierra el gabinete de seccionamiento antes de tomar la muestra del fluido.
- ii. Donde las autoridades locales de gobierno permitan el acceso a equipos energizados, se deben tomar las siguientes precauciones:

### Peligro

***Voltaje peligroso. El contacto con una tensión peligrosa provocará la muerte o lesiones personales graves. Siempre use una pértiga cuando trabaje con este equipo.***

### Advertencia

***Voltaje peligroso. Siempre use una pértiga cuando trabaje con este equipo. De lo contrario, podría producirse un contacto con alto voltaje, lo que provocará la muerte o lesiones personales graves.***

- a. Se debe usar una herramienta para trabajo en caliente capaz de destapar, abrir y recoger el fluido de la válvula de muestreo, para mantener al personal alejado de los bujes energizados.

**Advertencia**

***Este equipo no está destinado a proteger la vida humana. Siga todos los procedimientos y prácticas de seguridad aprobados localmente al instalar u operar este equipo.***

***El incumplimiento puede ocasionar la muerte, lesiones personales graves y daños al equipo.***

- b. El personal autorizado para acceder a equipos energizados debe estar debidamente capacitado en procedimientos de seguridad aprobados localmente y utilizar equipos de protección personal aprobados

**Advertencia**

***No opere este equipo si las partes energizadas no están sumergidas en el fluido dieléctrico. El funcionamiento, cuando las piezas no están sumergidas correctamente en el fluido dieléctrico, puede provocar descargas eléctricas internas que dañarán el equipo y pueden causar la muerte o lesiones personales graves.***

localmente.

- c. Verifique el nivel de fluido del gabinete de seccionamiento antes de extraer una muestra de fluido. Si el nivel de líquido es bajo, no intente extraer una muestra.
- d. Debería haber un medio para colocarse en la válvula de muestreo en caso de que la válvula no pueda cerrarse y el fluido continúe fluyendo.

**Advertencia**

***El tanque del gabinete de seccionamiento debe tener presión interna neutral o positiva antes de extraer una muestra de fluido. La presión interna negativa puede hacer que entre aire en el tanque durante el muestreo, lo que puede reducir la rigidez dieléctrica del fluido. Esto puede provocar descargas internas que dañarán el equipo y pueden causar la muerte o lesiones personales graves.***

- e. Neutralice la presión interna del tanque tirando del anillo del dispositivo de alivio de presión antes de abrir la válvula de muestreo.
- iii. Las muestras de fluidos solo se deben extraer cuando la temperatura del fluido sea de 15 °C o más. Los resultados del análisis de humedad pueden no reflejar con precisión la cantidad de humedad dentro del gabinete de seccionamiento si las muestras se extraen cuando el fluido está por debajo de esta temperatura.
- iv. La temperatura del contenedor debe ser igual o superior a la temperatura del aire ambiente para evitar la condensación después de abrir el contenedor.

- v. Nunca muestree fluido durante las inclemencias del tiempo (lluvia, aguanieve o nieve). La muestra de fluido podría estar contaminada por la humedad.
- vi. Utilice siempre el tapón de drenaje y muestreo ubicados cerca de la parte inferior de la cara frontal del tanque para extraer las muestras de fluido.
- vii. Utilice únicamente un tubo nuevo aprobado y resistente a los fluidos (nitrilo o caucho de silicona) para tomar muestras del fluido. El uso de tubos previamente usados o materiales incompatibles puede provocar la contaminación de la muestra de fluido.
- viii. Use una herramienta adecuada para desenroscar lentamente y en sentido antihorario el tapón de drenaje, puede ser una llave stillson o inglesa, hasta que empiece a salir fluido a través de la válvula.
- ix. Usando un recipiente desechable (no el recipiente que se enviará al laboratorio), extraiga un litro de líquido de la válvula de muestra y descártelo como desecho.
- x. Use solo recipientes de vidrio o metal extruido (sin soldadura) para almacenar el fluido para el análisis de laboratorio. No se deben usar contenedores de plástico ya que el vapor de agua puede penetrar a través del plástico y alterar los resultados.
- xi. Si se requiere un análisis de gas disuelto, la muestra debe recolectarse utilizando una jeringa de vidrio diseñada para este fin.
- xii. Etiquete el contenedor de muestra con el número de serie del gabinete de seccionamiento, la fecha de muestra y la temperatura en el momento de la extracción.
- xiii. Enjuague el recipiente de muestra con líquido antes de extraer una muestra definitiva. Llene el recipiente de muestra con líquido hasta 1/3 del volumen del recipiente, enjuague y deseche el líquido de enjuague.
- xiv. Llene siempre los recipientes de muestra para evitar que el aire ambiente altere el contenido de humedad de la muestra. Deje aproximadamente 1 pulgada de espacio de aire en el contenedor para tener en cuenta la expansión térmica.
- xv. Reposicione el tapón de drenaje roscándolo en sentido horario hasta que se observe que se ha dejado de drenar fluido dieléctrico
- xvi. Una vez finalizado el muestreo, vuelva a verificar el nivel de fluido del gabinete de seccionamiento y añada líquido si es necesario.

## **6.7. PROCEDIMIENTO DE LLENADO DE FLUIDO**

El indicador visual del nivel de líquido ubicado en uno de los compartimientos del gabinete de seccionamiento proporciona un método conveniente para verificar el nivel de líquido. El indicador proporciona el nivel correcto de fluido a 25 °C.

Si el nivel de líquido es bajo, use el siguiente procedimiento para agregar fluido aislante seco para llenar la unidad al nivel correcto:

- i. Des-energice la unidad antes de llenar el fluido.
- ii. Use solo fluido aislante que cumpla con ASTM D3487 (última revisión). El fluido debe tener una rigidez dieléctrica mínima de 30 kV cuando se prueba según ASTM D877. Nunca use fluido que contenga PCB (policlorobifenilos).
- iii. Utilice únicamente equipos de transferencia que utilicen materiales resistentes a los fluidos aislantes para mangueras, sellos, válvulas, bombas, etc. Si no se utilizan los equipos de transferencia adecuados, se puede contaminar el fluido.
- iv. Cuando agregue fluido, use el tapón de llenado de fluido ubicado en uno de los compartimientos de la unidad.
- v. Evite que se formen burbujas de gas en el fluido durante el llenado de fluido. Las burbujas de gas en el fluido reducirán su rigidez dieléctrica.
- vi. Cuando se complete el llenado, verifique el indicador de nivel de fluido para confirmar que el fluido esté lleno hasta el nivel correcto. Permita por lo menos una hora para que las burbujas de gas se disipen antes de energizar la unidad.
- vii. Reubique el tapón de llenado de fluido y energice la unidad.
- viii. Registre la fecha y la cantidad de fluido necesario para volver a llenar la unidad, y retenga la información con el registro de mantenimiento permanente de la unidad.

## 6.8. ENSAYO DE FLUIDOS

El fluido en este equipo ha sido probado para cumplir con los requisitos de ASTM D3487, y se ha procesado para eliminar la humedad y los gases disueltos. Debe ser probado regularmente para asegurar que cumpla con esos requisitos.

Se requieren dos tipos de pruebas de fluidos para evaluar y mantener la calidad del fluido aislante. Estas son: pruebas generales de fluidos y análisis de gases disueltos.

### 6.8.1. PRUEBAS GENERALES DE FLUIDOS

Los requisitos generales de la prueba de fluidos se toman de lo descrito en la IEEE Std C57.106. Las pruebas de fluidos requeridas y los límites aceptables para fluidos en unidades en servicio se muestran en la **Tabla 1** y la **Tabla 2**.

Los resultados de las pruebas de fluidos que no cumplen con los requisitos pueden indicar un problema con el fluido o la unidad. Póngase en contacto con su representante de INATRA para obtener asistencia técnica.

**Tabla 1. Límites de prueba para líquido en servicio**

Ensayo	Método	Requerimiento
Rigidez dieléctrica	D877	26 kV (mínimo)
*Acidez	D974	0.20 mg KOH/g (máximo)
*Factor de disipación	D924	1.0% (máximo)
*Tensión interfacial	D971	24 mN/m (mínimo)
Contenido de humedad	D1533	Ver <b>Tabla 2</b>

\*Los requisitos mostrados son solo para aceite mineral. Los límites para fluidos de éster en servicio no se han establecido en el momento de esta publicación.

**Tabla 2. Recomendaciones de servicio para aislar el contenido de humedad del fluido**

Tipo de Fluido	Contenido de humedad (ppm)	Recomendación
Aceite Mineral	< 25	Continuar con el programa de mantenimiento recomendado por INATRA (inspección y muestreo cada 2 años).
	25 – 35	Obtenga otra muestra de aceite para el análisis de humedad en 6 meses para determinar si los niveles de humedad están aumentando. Consulte la sección <b>Procedimiento de muestreo de fluidos</b> en este manual. Si los niveles de humedad aumentan, determine el punto de fuga y la reparación. Procese o reemplace el fluido si el contenido de agua ha excedido 35 ppm.
	> 35	Des-energice el equipo de inmediato. Toma otra muestra y verifica los resultados. Si se ha verificado, procese o reemplace el fluido antes de volver al servicio.
Aceite Vegetal	< 400	Continuar con el programa de mantenimiento recomendado por INATRA (inspección y muestreo cada 2 años).
	400 - 600	Obtenga otra muestra de aceite para el análisis de humedad en 6 meses para determinar si los niveles de humedad están aumentando. Consulte la sección <b>Procedimiento de muestreo de fluidos</b> en este manual. Si los niveles de humedad aumentan, determine el punto de fuga y la reparación. Procese o reemplace el fluido si el contenido de agua ha excedido 35 ppm.
	> 600	Des-energice el equipo de inmediato. Toma otra muestra y verifica los resultados. Si se ha verificado, procese o reemplace el fluido antes de volver al servicio.
E200	< 800	Continuar con el programa de mantenimiento recomendado por INATRA (inspección y muestreo cada 2 años).
	800 – 1200	Obtenga otra muestra de aceite para el análisis de humedad en 6 meses para determinar si los niveles de humedad están aumentando. Consulte la sección <b>Procedimiento de muestreo de fluidos</b> en este manual. Si los niveles de humedad aumentan, determine el punto de fuga y la reparación. Procese o reemplace el fluido si el contenido de agua ha excedido 35 ppm.
	> 1200	Des-energice el equipo de inmediato. Toma otra muestra y verifica los resultados. Si se ha verificado, procese o reemplace el fluido antes de volver al servicio.

## 6.8.2. ANÁLISIS DE GASES DISUELTOS

El análisis de gases disueltos es una técnica útil para diagnosticar condiciones anormales y evaluar la condición "normal" del fluido en un equipo inmerso en fluido dieléctrico. El método empleado es ASTM D3612 que se usa junto con IEEE Std C57.104. La **Tabla 3** proporciona recomendaciones sobre los niveles de gas disuelto en gabinetes de seccionamiento con aislados en fluido dieléctrico.

**Tabla 3. Gas disuelto en el cuadro de mantenimiento de fluidos aislantes**

Nivel de Acetileno C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	Gas combustible total	Acción requerida
Menos que 35 ppm	Menos que 500 ppm	<i>Nivel normal</i> Vuelva a muestrear según el programa de mantenimiento de rutina.
35 – 50 ppm	500 – 1000 ppm	<i>Nivel de precaución</i> Vuelva a muestrear entre 3 y 6 meses para establecer la tendencia; realice mantenimiento del fluido si los niveles de gas aumentan a un nivel peligroso.
Más que 50 ppm	Más que 1000 ppm	<i>Nivel de peligro</i> Remueva la unidad de servicio y realice mantenimiento del fluido.

## 6.9. REPUESTOS

Las piezas de repuesto para los gabinetes de seccionamiento están disponibles a través del Departamento de Ventas de la fábrica. Para pedir piezas de repuesto, consulte la placa de identificación e indique el tipo de producto, el número de serie, la clasificación de voltaje y una descripción de la pieza. Póngase en contacto con su representante de INATRA para obtener información adicional y procedimientos de pedido.

## 7. ENSAYOS

Todos los gabinetes de seccionamiento para sistemas de distribución subterráneo se prueban y ajustan cuidadosamente en fábrica para funcionar de acuerdo con los datos publicados. Las bien equipadas instalaciones de ensayo, un procedimiento de prueba detallado y personal completamente capacitado aseguran un equipo calibrado con precisión. Cada unidad sale de la fábrica lista para su instalación.

Las pruebas de pre-instalación no son necesarias. Sin embargo, si se requiere la verificación de la condición dieléctrica del gabinete de seccionamiento, el mismo puede probarse utilizando el siguiente procedimiento.

### ENSAYO DE RESISTENCIA DE ALTO POTENCIAL.

Las pruebas de resistencia de alto potencial brindan información con respecto a la condición dieléctrica del interruptor.

### REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD

Para evitar el contacto accidental con piezas de alto voltaje, el gabinete de seccionamiento y el transformador de alto voltaje deben colocarse en una jaula de prueba adecuada y deben observarse todos los procedimientos de conexión a tierra adecuados.

#### ***Advertencia***

***Voltaje peligroso. El gabinete y el transformador de alto voltaje deben estar en una jaula de prueba o área protegida similar para evitar el contacto accidental con las piezas de alto voltaje.***

***Sólidamente a tierra todos los equipos. El incumplimiento puede ocasionar la muerte, lesiones personales graves y daños al equipo.***

Con los contactos de los interruptores de las salidas abiertos (cambie la palanca de operación en la posición abierta), realice una prueba de alto potencial durante 60 segundos en cada fase a los voltajes que se muestran en la **Tabla 4**. El gabinete debe soportar la tensión de prueba y no se debe producir una descarga de la fuente.

**Tabla 4. Tensiones de ensayo de resistencia de alto potencial**

Clase de Voltaje (kV)	Voltaje de ensayo
15	25.5 kV rms ó 39.75 kV dc
25	30.0 kV rms ó 58.5 kV dc
35	52.5 kV rms ó 77.25 kV dc