



Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo de Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Reporte que para obtener el título de Ingeniero en Mantenimiento  
Industrial

Proyecto de estadía realizado en la empresa .....

**Comisión Federal de Electricidad**

Nombre del Proyecto:

**Catálogo de Maniobras de Tareas Críticas En subestaciones**

Presenta:

**Daniel Cazares González**

Cuitláhuac, Ver., a 15 de Abril de 2015



# Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

## Programa Educativo de Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Nombre del Asesor Industrial:

Ing. Ramiro Robles Cala

Nombre del Asesor Académico

Ing. Bernabé Ladrón de Guevara Trujillo

Nombre del Alumno:

Daniel Cazares González



### AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi familia fuente de apoyo constante e Incondicional en toda mi vida y aún más en todos mis años De carrera profesional y en especial quiero expresar mi más Grande agradecimiento a mi esposa Wendy Hernández Valdivia Que sin su ayuda hubiera Sido imposible culminar mi carrera Profesional, a mis hijos Luisa Guadalupe, Daniel y a mi pequeña Wendolyne que fueron el motor de todo este gran esfuerzo en Mi carrera.

También me gustaría agradecer sin caramente a mi profesor Ing. Ramiro Robles Cala por su esfuerzo y dedicación sus Conocimientos, sus orientaciones, su manera de trabajar su persistencia, su paciencia y su motivación han sido Fundamentales para mi desarrollo profesional.

### RESUMEN

El presente manual de maniobras para las tareas críticas en las subestaciones de potencia es de utilidad para el personal encargado del mantenimiento eléctrico primario, ya que el equipo primario de las subestaciones debe mantenerse en las mejores condiciones operativas para reducir las probabilidades de fallas garantizando así la seguridad del personal y continuidad del servicio eléctrico teniendo un mejor desempeño al realizar las diferentes actividades que se realizan dentro de las subestaciones de potencia, ya que dichas actividades tienen un grado de alto riesgo el cual si se comete un error puede traer consecuencias fatales.

Este manual fue desarrollado en base al manual de seguridad de la empresa, se llama capítulo 100 que es el que habla sobre las reglas de seguridad e higiene que se deben respetar y seguir para realizar cualquier tipo de trabajo y el otro manual que se utilizó fue el de procedimiento para pruebas de campo para equipo primaria de subestaciones de distribución (SOM-3531).

Lo que se realizó en el catálogo desarrollado fue conjuntar estos dos manuales que son los más importantes en el departamento de subestaciones involucrando la seguridad dentro de las pruebas que se realizan en los equipos primarios en las subestaciones de distribución para realizar de una manera mucho más segura los trabajos desarrollados en las instalaciones.

Con el presente catalogo se trata de justificar que no ocurran accidentes dentro de las instalaciones de CFE que afecten tanto a los colaboradores y equipos de la subestaciones tratando de dar un mejor mantenimiento más organizado y tratando de ver los puntos más críticos y de mayor riesgo dentro de las instalaciones señalando las actividades más críticas y dándole un grado de riesgo el cual si no se respeta dar una sanción para que así se logre respetar este catálogo y se realicen las actividades de una forma más segura estableciendo las medidas de seguridad que deben adoptarse para realizar los trabajos de operación y mantenimiento de las instalaciones eléctricas la selección y uso de equipo de trabajo, maquinaria, herramientas, y equipos de prueba.

## Contenido

AGRADECIMIENTOS.....	1
<b>RESUMEN.....</b>	<b>2</b>
<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>6</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>6</b>
1.1 Planteamiento del Problema.....	7
1.2 Objetivos .....	7
1.3 Estrategias .....	7
1.4 Metas .....	8
1.5 Justificación del Proyecto .....	8
1.6 ¿Cómo y cuándo se realizó? .....	8
1.7 Limitaciones y Alcances .....	9
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>DATOS GENERALES DE LA EMPRESA.....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.1 Que es CFE .....	¡Error! Marcador no definido.
2.2 Mision.....	¡Error! Marcador no definido.
<b>2.3 Vision .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.4 Organigrama.....	10
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>14</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>14</b>
3.1 Reglamento de Seguridad e higiene Capítulo 100 .....	¡Error! Marcador no definido.1
3.2 Procedimiento para reglas de campo.....	¡Error! Marcador no definido.2
3.3 Prueba de factor de potencia.....	14
3.4 Prueba de resistencia de aislamiento.....	15
3.5 Prueba de corriente de exitacion.....	16

3.6 Prueba de resistencia de contacto.....	17
3.7 Prueba de tiempos de operación.....	18
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	23
<b>DESARROLLO DEL PROYECTO DE ESTADÍA</b> .....	24
4.1.1 prueba de factor de potencia.....	27
4.1.2 Prueba de resistencia de aislamiento.....	29
4.1.3 Prueba de resistencia de contacto.....	31
4.1.4 Prueba de tiempos de operación.....	33
4.1.5 prueba de factor de potencia.....	35
4.2 Pruebas a transformadores de potencia.....	36
4.2.1 Prueba de resistencia de aislamiento.....	36
4.2.2 Prueba de resistencia de aislamiento al nucleo.....	39
4.2.3 Prueba de factor de potencia a devanados.....	42
4.2.4 Prueba de corriente de excitacion.....	45
4.2.5 Prueba de relacion de transformacion.....	48
4.2.6 Prueba de factor al aceite aislante.....	50
4.2.7 Obtencion de muestras de aceite .....	51
4.2.8 Prueba de resistividad.....	52
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	54
<b>CONCLUSIONES</b> .....	54
5.1 Resultados.....	54
5.2 Trabajos Futuros.....	55
5.3 Recomendaciones.....	55
<b>ANEXOS</b> .....	56
▪ Planos (doblados a tamaño carta) .....	56
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	56

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

En los sistemas eléctricos de potencia, las subestaciones de distribución son las instalaciones que interconectan las líneas y de alta tensión a las redes de media tensión para el suministro de energía eléctrica a usuarios en alta, media y baja tensión.

Tanto el equipo primario de las subestaciones como la seguridad del personal deben mantenerse en las mejores condiciones operativas y seguras para reducir las probabilidades de fallas y accidentes en el lugar de trabajo; garantizando así la continuidad del servicio y un trabajo seguro dentro de la empresa.

La seguridad en el trabajo es responsabilidad de todos. Desde luego el primer responsable de su propia seguridad es el trabajador mismo nadie puede ser obligado a violar las reglas de seguridad.

Analizando lo anterior es necesario que para los trabajos de preparación en subestaciones eléctricas tanto el equipo primario como el personal tengan el conocimiento adecuado tanto de seguridad como técnico con la finalidad de proporcionar los elementos fundamentales de apoyo al realizar los trabajos de una forma segura y más ordenada posible.

## 1.1 Planteamiento del Problema

En el presente trabajo se pretende realizar un catálogo de maniobras para el personal que realiza trabajos en subestaciones de potencia en el cual se basa en las reglas de seguridad que abarcan los requisitos más importantes que deben cumplirse en materia de seguridad e higiene en el trabajo, para la protección de los trabajadores y de la integridad de las instalaciones y equipos.

Por ello es importante que el personal que labora en las instalaciones conozca los elementos que componen una subestación para poder realizar los trabajos de una manera segura y eficaz, ya que los trabajos que se realizan en las instalaciones son de muy alto riesgo para ello es el diseño de este manual.

## 1.2 Objetivos

Implementar un manual de maniobras de tareas críticas en subestaciones para que el personal que labore en ellas realice un trabajo más seguro y eficiente tanto para el como para los equipos ya que la seguridad es la prioridad, estableciendo las medidas de seguridad que deben adoptarse para realizar los trabajos de operación y mantenimiento de las instalaciones eléctricas la selección y uso de equipo de trabajo, maquinaria, herramientas, y equipos de prueba.

## 1.3 Estrategias

Son planes, acciones o decisiones que se tomaran para cumplir el objetivo. Puede hacerse a través de una ruta ordenada de pasos o actividades que lleven una secuencia ordenada. Por ejemplo: para obtener un plano de un servicio, es necesario antes realizar mediciones o un inventario o levantamiento de lo existente, así como su localización.

### 1.4 Metas

- Evitar lesiones y muerte por accidentes, cuando ocurre accidentes hay una pérdida de potencial humano y con ello una disminución de la productividad.
- Reducción de los costos operativos de producción.
- Mejorar la imagen de la empresa, por ende la seguridad del trabajador, influyendo esto en un mayor rendimiento en el trabajo.
- Contar con sistema estadístico que permita detectar el avance o disminución de los accidentes y la causa de los mismos.
- Contar con los medios necesarios para montar un plan de seguridad.

### 1.5 Justificación del Proyecto

Con el presente manual se trata de justificar que no ocurran accidentes dentro de las instalaciones de CFE que afecten tanto a los colaboradores y equipos de la subestaciones tratando de dar un mejor mantenimiento más organizado y tratando de ver los puntos más críticos y de mayor riesgo dentro de las instalaciones

### 1.6 ¿Cómo y cuándo se realizó?

Este proyecto surge ya que no se encuentra establecido una manual el cual nos diga cuales son las tareas más críticas dentro de las subestaciones de potencia, se conjuntan los dos manuales más importantes que rigen a este departamento de subestaciones que son el capítulo 100 y el SOM 3531 se integran los dos y se saca un solo manual el cual contiene unos ciertos valores para cada tarea dependiendo del grado de riesgo de la actividad

### 1.7 Limitaciones y Alcances

Con el presente catalogo lo que se pretende es que los electricistas hagan conciencia sobre los trabajos que son de alto riesgo dentro de las subestaciones los cuales les pudiera poner en peligro su integridad física, y también que algún equipo de la subestación se dañe, se pretende que con dicho catálogo de maniobras se realicen los trabajos de una manera más eficaz y segura, y que e trabajador que incurra a uno de estos puntos de riesgos altos se le realice una llamada de atención pero si sigue violando el catalogo reciba una suspensión de labores

### CAPÍTULO 2

#### 2.1 Qué es CFE

La Comisión Federal de Electricidad es una empresa del gobierno mexicano que genera, transmite, distribuye y comercializa energía eléctrica para más de 35.6 millones de clientes al mes de marzo, lo que representa a más de 100 millones de habitantes, e incorpora anualmente más de un millón de clientes nuevos.

La infraestructura para generar la energía eléctrica está compuesta por 211 centrales generadoras, con una capacidad instalada de 52,862 mega watts (MW), incluyendo productores independientes con 23 centrales (22 ciclo combinado y un Eolo eléctrico) y 32 centrales de la extinta Luz y Fuerza.

El 22.72% de la capacidad instalada corresponde a 25 centrales construidas con capital privado por los Productores Independientes de Energía (PIE).

En la CFE se produce la energía eléctrica utilizando diferentes tecnologías y diferentes fuentes de energético primario. Tiene centrales termoeléctricas, hidroeléctricas, carboeléctricas, geo termoeléctricas, Eolo eléctricas y una nucleoelectrica.

Para conducir la electricidad desde las centrales de generación hasta el domicilio de cada uno de sus clientes, la CFE tiene más de 760 mil kilómetros de líneas de transmisión, y de distribución, sin Zona Centro (Ex LFC).

Al cierre de 2011, el suministro de energía eléctrica llegó a más de 190 mil localidades (190,655 rurales y 3,744 urbanas) y el 97.61% de la población utiliza la electricidad.

En los últimos diez años se han instalado 42 mil módulos solares en pequeñas comunidades muy alejadas de los grandes centros de población. Esta será la tecnología de mayor aplicación en el futuro para aquellas comunidades que aún no cuentan con electricidad.

En cuanto al volumen de ventas totales, 99% lo constituyen las ventas directas al público y el 0.5% restante se exporta.

Si bien el sector doméstico agrupa 88.40% de los clientes, sus ventas representan 23.08% del total de ventas al público. Una situación inversa ocurre en el sector industrial, donde menos de 1% de los clientes representa más de la mitad de las ventas.

La CFE es también la entidad del gobierno federal encargada de la planeación del sistema eléctrico nacional, la cual es plasmada en el Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico (POISE), que describe la evolución del mercado eléctrico, así como la expansión de la capacidad de generación y transmisión para satisfacer la demanda en los próximos diez años, y se actualiza anualmente.

El compromiso de la empresa es ofrecer servicios de excelencia, garantizando altos índices de calidad en todos sus procesos, al nivel de las mejores empresas eléctricas del mundo.

CFE es un organismo público descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propio.

### **2.2 Misión y visión**

#### **2.3 NUESTRA MISIÓN**

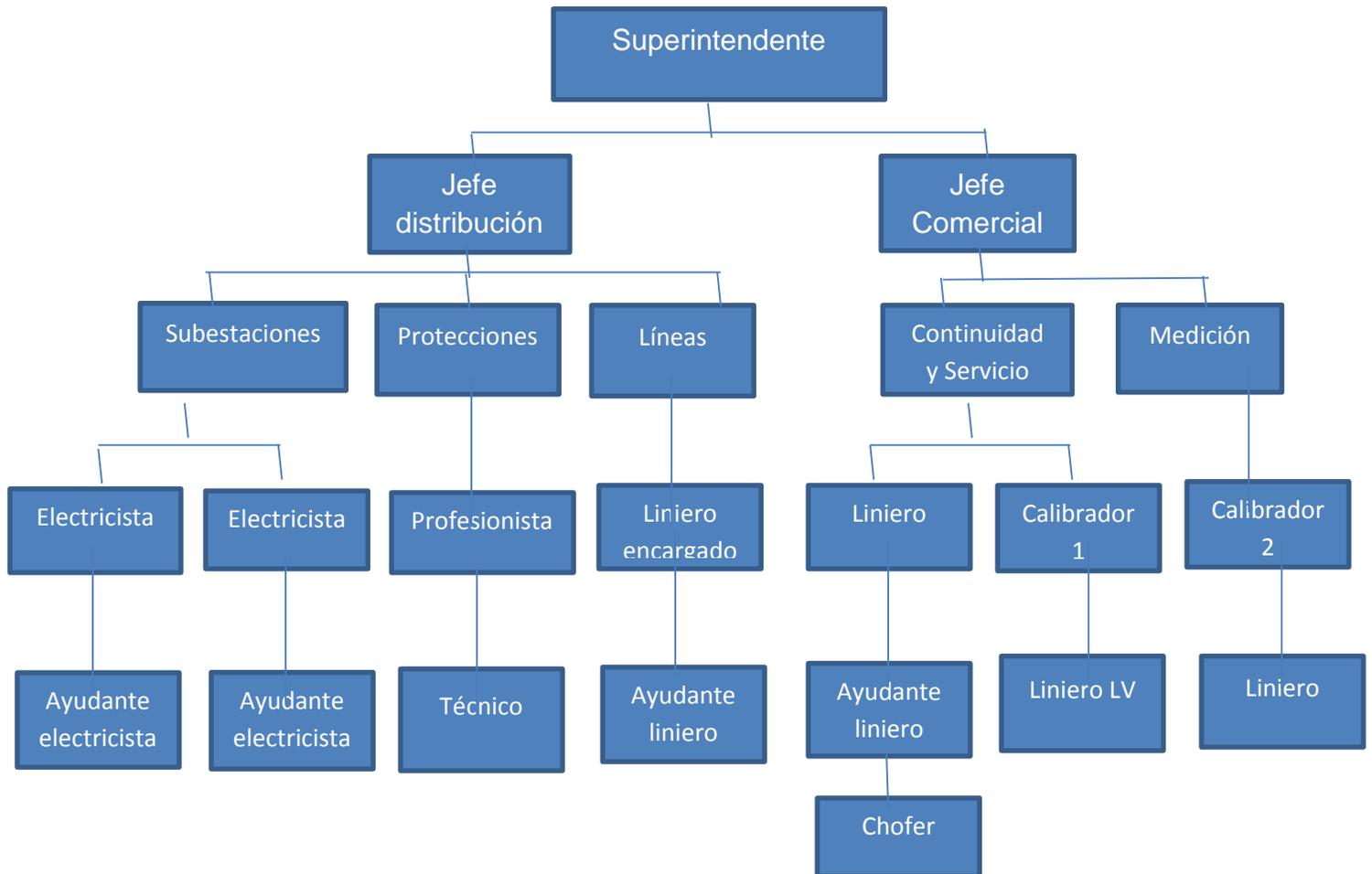
Prestar el servicio público de energía eléctrica con criterios de suficiencia, competitividad y sustentabilidad, comprometidos con la satisfacción de los clientes, con el desarrollo del país y con la preservación del medio ambiente.

#### **2.4 VISIÓN AL 2030**

Ser una empresa de energía, de las mejores en el sector eléctrico a nivel mundial, con presencia internacional, fortaleza financiera e ingresos adicionales por servicios relacionados con su capital intelectual e infraestructura física y comercial.

Una empresa reconocida por su atención al cliente, competitividad, transparencia, calidad en el servicio, capacidad de su personal, vanguardia tecnológica y aplicación de criterios de desarrollo sustentable.

## 2.5 ORGANIGRAMA



## CAPÍTULO 3

### MARCO TEÓRICO

#### 3.1 Reglamento de Seguridad e higiene Capítulo 100

El capítulo 100 nos habla de la prevención y control de riesgos de trabajo son parte integral de la función directiva y operativa. En todos los niveles DEBEN CONSTRUIR SIEMPRE LA PRIORIDAD NUMERO UNO, SIN SUBURDINASE A LA PRODUCCION, COSTOS, LA MORAL Y LAS DECISIONES DE CARÁCTER PERSONAL POR LO QUE NADIE DEBE DAR INSTRUCCIONES QUE LA DEMERITEN. Es obligación de todos los trabajadores conocer y hacer cumplir las reglas de Seguridad, para el desempeño seguro y eficiente del trabajo.

Las reglas de seguridad que contiene este capítulo abarcan los requisitos más importantes que deben cumplirse en manera de seguridad e higiene en el trabajo para la protección tanto de los trabajadores como del público y de la integridad de las instalaciones y equipo. De surgir algún caso no previsto en el presente reglamento, el jefe inmediato decidirá sobre el particular, haciéndolo del conocimiento de la comisión de seguridad e higiene con jurisdicción del departamento divisional de seguridad e higiene.

### 3.2 Procedimiento para pruebas de campo para equipo primario de subestaciones de distribución (SOM-3531)

El presente documento describe en su primera parte, las generalidades del mantenimiento y los tipos de este que se aplican al equipo eléctrico, también se describen en forma breve, algunas de las principales pruebas de fábrica que se realizan al equipo eléctrico primario para subestaciones.

El objeto principal, es exponer las pruebas de campo describiendo su teoría, aplicando recomendaciones para su ejecución y las figuras de conexión de las mismas. Contiene también los formatos para registrar los resultados y proporcionar la información correspondiente para su evaluación; así mismo se mencionan las pruebas que se realizan a bancos de baterías y red de tierras, con las mismas consideraciones que para el equipo primario.

Las pruebas de campo son actividades dentro de los trabajos de mantenimiento y puesta en servicio, que el personal lleva a cabo en forma periódica con la finalidad de mantener y continuidad aceptables.

Con base en los resultados obtenidos de pruebas realizadas el equipo eléctrico, el personal responsable del mantenimiento tendrá los argumentos suficientes para tomar la decisión de energizar o retirar de servicio un equipo que requiera mantenimiento.

Para el mantenimiento del equipo, es conveniente considerar los aspectos siguientes:

- A) Archivo histórico, análisis de resultados y tendencias obtenidas en inspecciones y pruebas.
- B) Las condiciones operativas de los equipos y las recomendaciones de los fabricantes.
- C) Establecer las necesidades de mantenimiento refacciones y herramienta especial requerida para cada equipo.
- D) Formular las actividades del programa de mantenimiento
- E) Determinar actividades con prioridad de mantenimiento para cada equipo en particular.
- F) Contar con personal especializado y competente para realizar las actividades de mantenimiento al equipo. y establecer métodos para su control.

Al mejorar las técnicas de mantenimiento se logra una productividad mayor se incrementa la seguridad del personal y operativa del equipo, además se reducen los costos de los mismos.

El aspecto de periodicidad para atención de los equipos y dispositivos que conforman una Subestación Eléctrica, es el conjunto que ha venido variando significativa mente con el tiempo; producto principalmente del continuo desarrollo tecnológico alcanzando tanto en el diseño y fabricación de tales componentes, como en la implementación de nuevas y mejores técnicas de prueba, verificación, supervisión, monitoreo y diagnóstico.

No obstante lo anterior y con el único propósito de establecer una referencia o guía práctica, dirigida sobre todo hacia aquel personal técnico que se inicia en estas actividades del mantenimiento a Subestaciones.

### 3.3 Prueba de Factor de potencia:

Una de las aplicaciones de esta prueba es conocer el estado de los aislamientos basándonos en la comparación de un dieléctrico con un condensador, en donde el conductor energizado se puede considerar una placa y la carcasa o tierra del equipo como la otra placa del capacitor.

El equipo de prueba de aislamiento, F.P. mide la corriente de carga y Watts de pérdida, en donde el factor de potencia, capacitancia y resistencia de corriente alterna pueden ser fácilmente calculadas para una tensión de prueba dado como se muestra en la figura 3.1.

El factor de potencia de un aislamiento es una cantidad adimensional normalmente expresada en porcentaje, que se obtienen de la resultante formada por la corriente de carga y la corriente de pérdidas que toma el aislamiento al aplicarle una tensión determinada, es en sí, una característica propia del aislamiento al ser sometido a campos eléctricos



**Figura 3.1 equipo de factor de potencia**

### 3.4 Prueba de resistencia de aislamiento:

La resistencia de aislamiento se define como la oposición al paso de la corriente eléctrica que ofrece un aislamiento al aplicarle una tensión de corriente directa durante un tiempo dado, medido a partir de la aplicación del mismo y generalmente expresada en Megaohms, Gigaohms o teraohms .

A la corriente resultante de la aplicación de la tensión de corriente directa se le denomina “corriente de aislamiento” y se aplica con el medidor como el que se muestra en la figura 3.2



**Figura 3.2 Equipo resistencia de aislamiento**

### 3.5 Prueba de corriente de excitación:

La medición de corriente de excitación en transformadores determina la resistencia de espiras en corto circuito, desplazamiento de devanados y núcleo, conexiones defectuosas etc.

La corriente de excitación de un transformador, es aquella que se obtiene en el devanado primario al aplicar a esta una tensión, manteniendo el devanado secundario en circuito abierto y se realiza con el equipo como el de la figura 3.3

La magnitud de la corriente de excitación, depende en parte de la tensión aplicada, del número de vueltas en el devanado, de las dimensiones del devanado y de otras condiciones tanto geométricas como eléctricas que existen dentro del transformador.



**Figura 3.3 Equipo para medición de corriente de excitación**

### 3.6 Prueba de resistencia de contactos:

Los puntos con alta resistencia en partes de conducción son fuentes de problemas en los circuitos eléctricos, ya que originan caídas de tensión, fuentes de calor, pérdidas de potencia, etc.; esta prueba nos detecta esos puntos de alta resistencia que pueden dar origen a un punto caliente que pudiera ocasionar daños al equipo.

En general esta se utiliza en todo circuito eléctrico en el que existen puntos de contacto a presión deslizables, tales circuitos se encuentran en interruptores, restauradores, dedos de contacto de reguladores o de cambiadores de derivaciones y cuchillas seccionadoras y la medición se realiza con un equipo como el de la figura 3.4



**Figura 3.4 Equipo de medición de Resistencia de contacto**

### 3.7 Prueba de Tiempos de Operación en Interruptores de Potencia:

El objetivo de esta prueba es la determinación de los tiempos de operación de interruptores de potencia, en sus diferentes formas de maniobras así como la verificación de sincronismo de sus contactos.

El principio de esta prueba es envase a una referencia trazada sobre el papel de equipo de prueba, se obtienen los trazos de los instantes en que los diferentes contactos de un interruptor se tocan o separan, a partir de la señales de apertura y cierre de los dispositivos de mando del interruptor, estas señales de mando también son registradas sobre la gráfica, la señal de referencia permite entonces medir en tiempo y secuencia los eventos anteriores. Y la medición se realiza con el equipo como el que se muestra en la figura 3.5



**Figura 3.4 Equipo de medidor de sincronismo y tiempos de operación**

## CAPÍTULO 4

### 4.1 PRUEBAS A APARTARRAYOS



4.1 equipo de medición de factor de potencia

#### 4.1.1 PRUEBAS DE FACTOR DE POTENCIA

#### 4.1.2 PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

Objetivo: Realizar fator de potencia a apartarrayos tipo estacion de 115 KV						
pasos	Etapa de la maniobra	Actividad	Evaluacion del Riesgo			
			M	E	AGR	Resultado
1	Planeacion de los Trabajos	El tecnico responsable solicita licencia	1	5	5	Bajo
2		Planeacion de la maniobra en el centro del trabajo	1	5	5	Bajo
3		Se entrega orden de trabajo al personal	1	5	5	Bajo
4		Traslado al punto de trabajo	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
5		Realizar planeacion del trabajo en sitio para realizar las pruebas	5	1	5	Bajo
6	Ejecucion de los Trabajos	Delimitar el area de trabajo con cinta delimitadora y conos reflejantes	5	5	25	Medio
7		Realizar la libranza de los apartarrayos y la apertura de las cuchillas	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
8		Verificar ausencia de potencial en los tres apartarrayos	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
9		Aterrizar los apartarrayos (puesta a tierra)	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
10		Colocar sobre la lona las herramientas necesarias para la prueba	5	5	25	Medio
11		Realizar prueba de voltaje al contacto de alimentacion electrica	5	5	25	Medio

Tabla 4.1.1 Prueba de Factor de Potencia

12	Ejecucion de los trabajos	Realizar desconexion de los puentes de los apartarrayos	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
13		Se realiza limpieza de aislamiento de los apartarrayos	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
14		Montar y conectar el equipo de prueba	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
15		Conectar el equipo de prueba al apartarrayos y hacer la prueba de funcionamiento	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
16		Realizar la prueba No. 1 al apartarrayos	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
17		Realizar la prueba No. 2 al apartarrayos	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
18		Hacer la conexión para la prueba de collar caliente al apartarrayos	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
19		Desconectar y guardar el equipo de prueba	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
20		Limpiar el conector y el conductor con el cepillo de alambre. Despues conectar los puentes primariois a las terminales de los apartarrayos	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
21		Verificacion de los Trabajos Ejecutados	Verficar que todas la conexiones y condiciones operativas de equipo han sido restablecidas	5	5	25
22	Retirar el equipo de puesta a tierra, para la devolucion de maniobras		10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
23	se realizan maniobras con subarea de control para regresar los apartarrayos a sus condiciones operativas		5	1	5	Bajo
24	Se retira y guarda el equipo de prueba		5	5	25	Medio
25	Retira y guarda herramienta utilizada		5	5	25	Medio
26	el personal se traslad a su centro de trabajo		10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
27	Entregan los formatos con los resultados de las pruebas realizadas		5	1	5	Bajo

Tabla 4.1.1 Prueba de Factor de Potencia

### 4.1.2 Prueba de resistencia de aislamiento a Apartarrayos

Objetivo: Realizar prueba de resistencia de aislamiento a apartarrayos tipo estacion de 115 KV						
pasos	Etapa de la maniobra	Actividad	Evaluacion del Riesgo			
			M	E	AGR	Resultado
1	Planeacion de los Trabajos	El tecnico responsable solicita licencia	1	5	5	Bajo
2		Planeacion de la maniobra en el centro del trabajo	1	5	5	Bajo
3		Se entrega orden de trabajo al personal	1	5	5	Bajo
4		Traslado al punto de trabajo	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
5		Realizar planeacion del trabajo en sitio para realizar las pruebas	5	1	5	Bajo
6	Ejecucion de los Trabajos	Delimitar el area de trabajo con cinta delimitadora y conos reflejantes	5	5	25	Medio
7		Realizar la libranza de los apartarrayos y la apertura de las cuchillas	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
8		Verificar ausencia de potencial en los tres apartarrayos	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
9		Aterrizar los apartarrayos (puesta a tierra)	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
10		Colocar sobre la lona las herramientas necesarias para la prueba	5	5	25	Medio
11		Realizar prueba de voltaje al contacto de alimentacion electrica	5	5	25	Medio

**Tabla 4.1.2 Prueba de Resistencia de Aislamiento**

12	Ejecucion de los trabajos	Realizar desconexion de los puentes de los apartarrayos	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
13		Se realiza limpieza de aislamiento de los apartarrayos	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
14		Montar y conectar el equipo de prueba	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
15		Conectar el equipo de prueba al apartarrayos y hacer la prueba de funcionamiento	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
16		Realizar la prueba No. 1 al apartarrayos	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
17		Realizar la prueba No. 2 al apartarrayos	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
18		Hacer la conexión para la prueba de collar caliente al apartarrayos	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
19		Desconectar y guardar el equipo de prueba	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
20		Limpiar el conector y el conductor con el cepillo de alambre. Despues conectar los puentes primariois a las terminales de los apartarrayos	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
21		Verificacion de los Trabajos Ejecutados	Verficar que todas la conexiones y condiciones operativas de equipo han sido restablecidas	5	5	25
22	Retirar el equipo de puesta a tierra, para la devolucion de maniobras		10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
23	se realizan maniobras con subarea de control para regresar los apartarrayos a sus condiciones operativas		5	1	5	Bajo
24	Se retira y guarda el equipo de prueba		5	5	25	Medio
25	Retira y guarda herramienta utilizada		5	5	25	Medio
26	el personal se traslad a su centro de trabajo		10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
27	Entregan los formatos con los resultados de las pruebas realizadas		5	1	5	Bajo

**Tabla 4.1.2 Prueba de Resistencia de Aislamiento**

## 4.2 PRUEBAS EN INTERRUPTOR DE POTENCIA



### 4.2.1 PRUEBA DE RESISTENCIA DE CONTACTOS

### 4.2.2 PRUEBA DE SINCRONISMO Y TIEMPOS DE OPERACIÓN

### 4.2.3 PRUEBA FACTOR DE POTENCIA

### 4.2.4 PRUEBA DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

### 4.2 Prueba de resistencia de contactos a interruptores

Objetivo: Realizar prueba de Resistencia de Contactos a Interruptores de Potencia						
pasos	Etapa de la maniobra	Actividad	Evaluación del Riesgo			
			M	E	AGR	Resultado
1	Planeacion de los Trabajos	El tecnico responsable solicita licencia	1	5	5	Bajo
2		Planeacion de la maniobra en el centro del trabajo	1	5	5	Bajo
3		Se entrega orden de trabajo al personal	1	5	5	Bajo
4		Traslado al punto de trabajo	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
5		Realizar planeacion del trabajo en sitio para realizar las pruebas	1	5	5	Medio
6	Ejecucion de los Trabajos	Delimitar el area de trabajo con conos reflejantes y cinta indicadores de precaucion	5	5	25	Medio
7		Solicitar licencia en muerto al operador: En coordinacion con el operador se realizan las maniobras para librar el interruptor	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
8		Se verifica la ausencia de potencial en el interruptor bajo licencia	5	5	25	Medio
9		Proceder a armar e instalar el equipo de puesta a tierra	10	5	50	Tarea critica Riesgo alto
10		Se baja el equipo y herramienta que sera usado durante el desarrollo de la prueba	5	5	25	Medio
11		El electricista sube al interruptor con su equipo de proteccion personal para la desconexion de puentes	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto

**Tabla 4.2.1 Prueba de Resistencia de Contactos**

12	Ejecucion de los trabajos	El electricista hace la limpieza de las boquillas y de los puntos de conexión	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
13		Se prepara el equipo y sus terminales para la prueba	5	5	25	Medio
14		Llenar el formato de prueba y definir la numeracion de las boquillas del interruptor	5	5	25	Medio
15		Conectar las terminales del probador de tiempos de operación a las boquillas y altablero del interruptor	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
16		se realiza las pruebas de tiempos de operación al interruptor	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
17		se realiza las pruebas de tiempos de operación al interruptor	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
18		Retirar, Limpiar y guardar el equipo de prueba	5	5	25	Medio
19		limpiar y cepillar el conector y terminal de las boquillas del interruptor	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
20		Conectar los puentes del interruptor	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
21		Bajar del interruptor y guardar escaleras	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
22		Retirar el equipo de prueba y herramientas utilizadas en la prueba	5	5	25	Medio
23		Retirar el equipo de puesta a tierra	10	5	50	Tarea critica Riesgo alto
24		Retirar la licencia de manera coordinada con el operador y realizar las maniobras para normalizar el interruptor	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
25		Verificacion de los Trabajos	retirar la cinta delimitadora y los soportes de la cinta	5	5	25
26	Ejecutados	el personal se traslad a su centro de trabajo	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
27		Entregan los formatos con los resultados de las pruebas realizadas	5	1	5	Bajo

**Tabla 4.2.1 Prueba de Resistencia de Contactos**

### 4.2.1 Prueba de tiempos de operación a interruptores

Objetivo: Realizar prueba de Tiempos de Operación de Interruptores de Potencia						
pasos	Etapa de la maniobra	Actividad	Evaluación del Riesgo			
			M	E	AGR	Resultado
1	Planeacion de los Trabajos	El tecnico responsable solicita licencia	1	5	5	Bajo
2		Planeacion de la maniobra en el centro del trabajo	1	5	5	Bajo
3		Se entrega orden de trabajo al personal	1	5	5	Bajo
4		Traslado al punto de trabajo	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
5		Realizar planeacion del trabajo en sitio para realizar las pruebas	1	5	5	Medio
6	Ejecucion de los Trabajos	Delimitar el area de trabajo con conos reflejantes y cinta indicadores de precaucion	5	5	25	Medio
7		Solicitar licencia en muerto al operador: En coordinacion con el operador se realizan las maniobras para librar el interruptor	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
8		Se verifica la ausencia de potencial en el interruptor bajo licencia	5	5	25	Medio
9		Proceder a armar e instalar el equipo de puesta a tierra	10	5	50	Tarea critica Riesgo alto
10		Se baja el equipo y herramienta que sera usado durante el desarrollo de la prueba	5	5	25	Medio
11		El electricista sube al interruptor con su equipo de proteccion personal para la desconexion de puentes	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto

**Tabla 4.2.2 Prueba de Tiempos de Operación**

Objetivo: Realizar prueba de Tiempos de Operación de Interruptores de Potencia						
pasos	Etapa de la maniobra	Actividad	Evaluación del Riesgo			
			M	E	AGR	Resultado
1	Planeacion de los Trabajos	El tecnico responsable solicita licencia	1	5	5	Bajo
2		Planeacion de la maniobra en el centro del trabajo	1	5	5	Bajo
3		Se entrega orden de trabajo al personal	1	5	5	Bajo
4		Traslado al punto de trabajo	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
5		Realizar planeacion del trabajo en sitio para realizar las pruebas	1	5	5	Medio
6	Ejecucion de los Trabajos	Delimitar el area de trabajo con conos reflejantes y cinta indicadoras de precaucion	5	5	25	Medio
7		Solicitar licencia en muerto al operador: En coordinacion con el operador se realizan las maniobras para librar el interruptor	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
8		Se verifica la ausencia de potencial en el interruptor bajo licencia	5	5	25	Medio
9		Proceder a armar e instalar el equipo de puesta a tierra	10	5	50	Tarea critica Riesgo alto
10		Se baja el equipo y herramienta que sera usado durante el desarrollo de la prueba	5	5	25	Medio
11		El electricista sube al interruptor con su equipo de proteccion personal para la desconexion de puentes	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto

**Tabla 4.2.2 Prueba de Tiempos de Operación**

12	Ejecucion de los trabajos	El electricista hace la limpieza de las boquillas y de los puntos de conexión	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
13		Se prepara el equipo y sus terminales para la prueba	5	5	25	Medio
14		Llenar el formato de prueba y definir la numeracion de las boquillas del interruptor	5	5	25	Medio
15		Conectar las terminales del probador de tiempos de operación a las boquillas y al tablero del interruptor	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
16		se realiza las pruebas de tiempos de operación al interruptor	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
17		se realiza las pruebas de tiempos de operación al interruptor	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
18		Retirar, Limpiar y guardar el equipo de prueba	5	5	25	Medio
19		limpiar y cepillar el conector y terminal de las boquillas del interruptor	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
20		Conectar los puentes del interruptor	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
21		Bajar del interruptor y guardar escaleras	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
22		Retirar el equipo de prueba y herramientas utilizadas en la prueba	5	5	25	Medio
23		Retirar el equipo de puesta a tierra	10	5	50	Tarea critica Riesgo alto
24		Retirar la licencia de manera coordinada con el operador y realizar las maniobras para normalizar el interruptor	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
25		Verificacion de los Trabajos	retirar la cinta delimitadora y los soportes de la cinta	5	5	25
26	Ejecutados	el personal se traslad a su centro de trabajo	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
27		Entregan los formatos con los resultados de las pruebas realizadas	5	1	5	Bajo

**Tabla 4.2.2 Prueba de Tiempos de Operación**

### 4.2.3 Prueba de resistencia de aislamiento a interruptores

Objetivo: prueba de resistencia de aislamiento a interruptores de potencia						
pasos	Etapa de la maniobra	Actividad	Evaluación del Riesgo			
			M	E	AGR	Resultado
1	Planeación de los Trabajos	El tecnico responsable solicita licencia	1	5	5	Bajo
2		Planeación de la maniobra en el centro del trabajo	1	5	5	Bajo
3		Se entrega orden de trabajo al personal	1	5	5	Bajo
4		Traslado al punto de trabajo	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
5		Realizar planeación del trabajo en sitio para realizar las pruebas	1	5	5	Medio
6	Ejecución de los Trabajos	Delimitar el area de trabajo con conos reflejantes y cinta indicadores de precaucion	5	5	25	Medio
7		Solicitar licencia en muerto al operador: En coordinacion con el operador se realizan las maniobras para librar el interruptor	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
8		Se verifica la ausencia de potencial en el interruptor bajo licencia	5	5	25	Medio
9		Proceder a armar e instalar el equipo de puesta a tierra	10	5	50	Tarea critica Riesgo alto
10		Se baja el equipo y herramienta que sera usado durante el desarrollo de la prueba	5	5	25	Medio
11		El electricista sube al interruptor con su equipo de proteccion personal para la desconexion de puentes	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto

**Tabla 4.2.3 Prueba de Resistencia de Aislamiento**

12	Ejecucion de los trabajos	El electricista hace la limpieza de las boquillas y de los puntos de conexión	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
13		Se prepara el equipo y sus terminales para la prueba	5	5	25	Medio
14		Llenar el formato de prueba y definir la numeracion de las boquillas del interruptor	5	5	25	Medio
15		Conectar las terminales del probador de resistencia de aislamiento	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
16		se realiza las pruebas de tiempos de operación al interruptor abierto	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
17		se realiza las pruebas de resistencia de aislamiento cerrado	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
18		Retirar, Limpiar y guardar el equipo de prueba	5	5	25	Medio
19		limpiar y cepillar el conector y terminal de las boquillas del interruptor	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
20		Conectar los puentes del interruptor	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
21		Bajar del interruptor y guardar escaleras	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
22		Retirar el equipo de prueba y herramientas utilizadas en la prueba	5	5	25	Medio
23		Retirar el equipo de puesta a tierra	10	5	50	Tarea critica Riesgo alto
24		Retirar la licencia de manera coordinada con el operador y realizar las maniobras para normalizar el interruptor	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
25		Verificacion de los Trabajos	retirar la cinta delimitadora y los soportes de la cinta	5	5	25
26	Ejecutados	el personal se traslad a su centro de trabajo	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
27		Entregan los formatos con los resultados de las pruebas realizadas	5	1	5	Bajo

**Tabla 4.2.3 Prueba de Resistencia de Aislamiento**

## 4.2.4 Prueba de factor de potencia del aislamiento a interruptores

Objetivo: prueba de resistencia de aislamiento a interruptores de potencia						
pasos	Etapa de la maniobra	Actividad	Evaluación del Riesgo			
			M	E	AGR	Resultado
1	Planeacion de los Trabajos	El tecnico responsable solicita licencia	1	5	5	Bajo
2		Planeacion de la maniobra en el centro del trabajo	1	5	5	Bajo
3		Se entrega orden de trabajo al personal	1	5	5	Bajo
4		Traslado al punto de trabajo	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
5		Realizar planeacion del trabajo en sitio para realizar las pruebas	1	5	5	Medio
6	Ejecucion de los Trabajos	Delimitar el area de trabajo con conos reflejantes y cinta indicadores de precaucion	5	5	25	Medio
7		Solicitar licencia en muerto al operador: En coordinacion con el operador se realizan las maniobras para librar el interruptor	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
8		Se verifica la ausencia de potencial en el interruptor bajo licencia	5	5	25	Medio
9		Proceder a armar e instalar el equipo de puesta a tierra	10	5	50	Tarea critica Riesgo alto
10		Se baja el equipo y herramienta que sera usado durante el desarrollo de la prueba	5	5	25	Medio
11		El electricista sube al interruptor con su equipo de proteccion personal para la desconexion de puentes	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto

**Tabla 4.2.4 Prueba de resistencia a Interruptores**

12	Ejecucion de los trabajos	El electricista hace la limpieza de las boquillas y de los puntos de conexión	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto	
13		Se prepara el equipo y sus terminales para la prueba	5	5	25	Medio	
14		Llenar el formato de prueba y definir la numeracion de las boquillas del interruptor	5	5	25	Medio	
15		Se realiza la prueba N° 1	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto	
16		Se realiza la prueba N° 2	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto	
17		Se realiza la prueba N° 3	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto	
18		Se realiza la prueba N° 4	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto	
19		Se realiza la prueba N° 5	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto	
20		Se realiza la prueba N° 6	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto	
21		Se realiza la prueba N° 7	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto	
22		Se realiza la prueba N° 8	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto	
23		Se realiza la prueba N° 9	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto	
24		Se procede a limpiar los cables de prueba	5	5	25	medio	
25		Se guarda el equipo de prueba	5	5	25	medio	
26		limpiar el conector y el conductor con el cepillo de alambre	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto	
27		retirar la cubeta y las sogas, desender del interruptor y guardar la escalera	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto	
28		Retirar el equipo y herramienta utilizada en la prueba	5	5	25	Medio	
29		retirar el equipo de puesta a tierra	10	5	5	Tarea critica Riesgo alto	
30		Retirar la licencia de manera coordinada con el operador y realizar las maniobras para normalizar el interruptor	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto	
31		Verificacion de los Trabajos	retirar la cinta delimitadora y los soportes de la cinta	5	5	25	Medio
32		Ejecutados	el personal se traslad a su centro de trabajo	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
33			Entregan los formatos con los resultados de las pruebas realizadas	5	1	5	Bajo

**Tabla 4.2.4 Prueba de resistencia a Interruptores**

### 4.3 Pruebas en transformadores de potencia



### 4.3 Equipo de Factor de Potencia

- 4.3.1 Prueba de resistencia de aislamiento**
- 4.3.2 Prueba de resistencia de aislamiento al núcleo**
- 4.3.3 Prueba de factor de potencia a transformador**
- 4.3.4 Prueba de corriente de excitación a transformador**
- 4.3.5 Prueba de relación de transformación**
- 4.3.6 Prueba de resistencia óhmica a devanados**
- 4.3.7 Prueba de reactancia de dispersión al transformador**
- 4.3.8 Prueba de respuesta a la frecuencia al transformador**
- 4.3.9 Prueba de factor de potencia al aceite aislante**
- 4.3.10 Prueba de aislamiento a la terminal tap capacitiva C1**
- 4.3.11 Obtención de muestra de aceite**
- 4.3.12 Prueba de resistividad al aceite aislante**

### 4.3.1 Prueba de resistencia de Aislamiento

Objetivo: prueba de resistencia de aislamiento a transformadores de potencia						
pasos	Etapa de la maniobra	Actividad	Evaluación del Riesgo			
			M	E	AGR	Resultado
1	Planeación de los Trabajos	El tecnico responsable solicita licencia	1	5	5	Bajo
2		Planeacion de la maniobra en el centro del trabajo	1	5	5	Bajo
3		Se entrega orden de trabajo al personal	1	5	5	Bajo
4		Traslado al punto de trabajo	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
5		Realizar planeacion del trabajo en sitio para realizar las pruebas	1	5	5	Medio
6	Ejecucion de los Trabajos	Realizar manobraS para librar el transformador de potencia para posteriormente abrir las cuchillas laterales de los interruptores de banco en el lado de alta y en el lado de media tension	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
7		realizar la apertura de las cuchillas laterales de los interruptores de banco en el lado de alta y en el lado de media tension	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
8		Se verifica la ausencia de potencial en el lado de media tension y lado de alta tension en el trafo	5	5	25	Medio
9		Proceder a armar e instalar el equipo de puesta a tierra	5	1	5	Bajo
10		aterrizar el transformador del lado de media tension utilizando una grua con canastilla. La grua debe ser aterrizada estabilizada y calzada adecuadamente	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
11		bajar de la camioneta y colocar sobre lona las herramientas necesarias para la prueba	5	1	5	Bajo

**Tabla 4.3.1 Prueba de resistencia de Aislamiento**

12	el electricista sube al transformador portando su arnes linea de vida, bandola de seguridad	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
13	desconectar los puenetes de las boquillas del transformador de potencia	5	5	100	Medio
14	cepillar los conectores de los puentes de las boquillas y realizar la limpieza general en cada boquilla	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
15	cortocircuitar las boquillas de baja (X) y alta (H) tension del tranformador de potencia	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
16	instalar el equipo de prueba	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
17	conectar las terminales del equipo de prueba deacuerdo a la prueba N°1 del transformador de potencia	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
18	Realizar la prueba N°1 procediendo a seleccionar un voltaje de 5000 V y un tiempo de prueba de 10 minutos	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
19	conectar las terminales del equipo de prueba deacuerdo a la prueba N°2 del transformador de potencia	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
20	realizar la prueba N°2 procediendo a seleccionar un voltaje de 5000 V y un tiempo de prueba de 10 minutos	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
21	descargar el devanado al que se le aplico la prueba y desconectar las terminales utilizadas	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
22	conectar las terminales del equipo de prueba deacuerdo a la prueba N°3 del transformador de potencia	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
23	realizar la prueba N° 3 procediendo a seleccionar un voltaje de 5000V a un tiempo de 10 minutos	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
24	aterrizar el devanado al que se aplico la prueba y desconectar las terminales	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
25	retirar los puentes de cortacircuito de las boquillas de baja y de alta tension y desconectar clas terminales del probador de aislamiento	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
26	calcular los indices de absorcion y polarizacion, comnparandolos con los indices establecidos en el formato	5	10	50	Tarea critica Riesgo alto
27	limpiar y guardar el equipo de prueba	5	5	25	Medio
28	retirar el equipo de puesta a tierra del trasformador u tilizando la grua con canastilla	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
29	Retirar la licencia de manera coordinada con el operador y realizar las maniobras para normalizar el interruptor	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto

**Tabla 4.3.1 Prueba de resistencia de Aislamiento**

30		verificar el estado de las alarmas con el operador, verificar tambien las condiciones operativas de los equipos involucrados en la maniobra	5	1	5	Bajo
31	Verificacion de los Trabajos Ejecutados	retirar la cinta delimitadora y los soportes de la cinta	5	5	25	Medio
32		el personal se traslad a su centro de trabajo	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
33		Entregan los formatos con los resultados de las pruebas realizadas	5	1	5	Bajo

**Tabla 4.3.1 Prueba de resistencia de Aislamiento**

### 4.3.2 Prueba de resistencia de aislamiento al núcleo del transformador

Objetivo: prueba de resistencia de aislamiento al núcleo del transformadores de potencia						
pasos	Etapa de la maniobra	Actividad	Evaluación del Riesgo			
			M	E	AGR	Resultado
1	Planeación de los Trabajos	El técnico responsable solicita licencia	1	5	5	Bajo
2		Planeación de la maniobra en el centro del trabajo	1	5	5	Bajo
3		Se entrega orden de trabajo al personal	1	5	5	Bajo
4		Traslado al punto de trabajo	10	10	100	Tarea crítica Riesgo alto
5		Realizar planeación del trabajo en sitio para realizar las pruebas	1	5	5	Medio
6	Ejecución de los Trabajos	Realizar maniobras para librar el transformador de potencia para posteriormente abrir las cuchillas laterales de los interruptores de banco en el lado de alta y en el lado de media tensión	10	10	100	Tarea crítica Riesgo alto
7		realizar la apertura de las cuchillas laterales de los interruptores de banco en el lado de alta y en el lado de media tensión	10	10	100	Tarea crítica Riesgo alto
8		Se verifica la ausencia de potencial en el lado de media tensión y lado de alta tensión en el trafo	5	5	25	Medio
9		Proceder a armar e instalar el equipo de puesta a tierra	5	1	5	Bajo
10		aterrizar el transformador del lado de media tensión utilizando una grúa con canastilla. La grúa debe ser aterrizada estabilizada y calzada adecuadamente	10	10	100	Tarea crítica Riesgo alto
11		bajar de la camioneta y colocar sobre lona las herramientas necesarias para la prueba	5	1	5	Bajo

**Tabla 4.3.2 Prueba de resistencia de aislamiento al núcleo**

12	el electricista sube al transformador portando su arnes línea de vida, bandola de seguridad	10	10	100	Tarea crítica Riesgo alto
13	desconectar los puenetes de las boquillas del transformador de potencia	5	5	100	Medio
14	cepillar los conectores de los puentes de las boquillas y realizar la limpieza general en cada boquilla	10	10	100	Tarea crítica Riesgo alto
15	subir al transformador, embandolarse y colocar la cuerda para subir herramienta	10	10	100	Tarea crítica Riesgo alto
16	desconectar dentro del registro el cable que aterriza al núcleo	10	10	100	Tarea crítica Riesgo alto
17	conectar las terminales del equipo de prueba de acuerdo a la prueba de resistencia de aislamiento del transformador de potencia	10	10	100	Tarea crítica Riesgo alto
18	verificar los valores de humedad y realizar la prueba con un voltaje de 1000V y el tiempo de prueba será a 1 minuto	10	10	100	Tarea crítica Riesgo alto
19	retirar las terminales la que se encuentra conectada al núcleo del transformador y la de tierra	10	10	100	Tarea crítica Riesgo alto
20	al terminar la prueba el electricista debe poner fuera de servicio el medidor e indicar al ayudante	10	10	100	Tarea crítica Riesgo alto
21	descargar el devanado al que se le aplicó la prueba y desconectar las terminales utilizadas	10	5	50	Tarea crítica Riesgo alto
22	conectar el cable de aterrizamiento del núcleo verificando que haya un contacto firme en la conexión	10	5	50	Tarea crítica Riesgo alto
23	retirar, limpiar y guardar el equipo de prueba	10	5	50	Tarea crítica Riesgo alto
24	limpiar el conector y el conductor con el cepillo de alambre	10	10	100	Tarea crítica Riesgo alto
27	limpiar y guardar el equipo de prueba	5	5	25	Medio
28	retirar el equipo de puesta a tierra del transformador utilizando la grúa con canastilla	10	10	100	Tarea crítica Riesgo alto
29	Retirar la licencia de manera coordinada con el operador y realizar las maniobras para normalizar el interruptor	10	10	100	Tarea crítica Riesgo alto

**Tabla 4.3.2 Prueba de resistencia de aislamiento al núcleo**

30	Verificación de los Trabajos Ejecutados	verificar el estado de las alarmas con el operador, verificar también las condiciones operativas de los equipos involucrados en la maniobra	5	1	5	Bajo
31		retirar la cinta delimitadora y los soportes de la cinta	5	5	25	Medio
32		el personal se traslad a su centro de trabajo	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
33		Entregan los formatos con los resultados de las pruebas realizadas	5	1	5	Bajo

**Tabla 4.3.2 Prueba de resistencia de aislamiento al núcleo**

### 4.3.3 Prueba de factor de potencia del aislamiento a transformador de potencia

Objetivo: prueba de factor de potencia al aislamiento de los transformadores de potencia						
pasos	Etapa de la maniobra	Actividad	Evaluación del Riesgo			
			M	E	AGR	Resultado
1	Planeación de los Trabajos	El técnico responsable solicita licencia	1	5	5	Bajo
2		Planeación de la maniobra en el centro del trabajo	1	5	5	Bajo
3		Se entrega orden de trabajo al personal	1	5	5	Bajo
4		Traslado al punto de trabajo	10	10	100	Tarea crítica Riesgo alto
5		Realizar planeación del trabajo en sitio para realizar las pruebas	1	5	5	Medio
6	Ejecución de los Trabajos	Realizar maniobras para librar el transformador de potencia para posteriormente abrir las cuchillas laterales de los interruptores de banco en el lado de alta y en el lado de media tensión	10	10	100	Tarea crítica Riesgo alto
7		realizar la apertura de las cuchillas laterales de los interruptores de banco en el lado de alta y en el lado de media tensión	10	10	100	Tarea crítica Riesgo alto
8		Se verifica la ausencia de potencial en el lado de media tensión y lado de alta tensión en el trafo	5	5	25	Medio
9		Proceder a armar e instalar el equipo de puesta a tierra	5	1	5	Bajo
10		aterrizar el transformador del lado de media tensión utilizando una grúa con canastilla. La grúa debe ser aterrizada estabilizada y calzada adecuadamente	10	10	100	Tarea crítica Riesgo alto
11		bajar de la camioneta y colocar sobre lona las herramientas necesarias para la prueba	5	1	5	Bajo

**Tabla 4.3.3 Prueba de factor de potencia del aislamiento**

12	el electricista sube al transformador portando su arnés línea de vida, bandola de seguridad	10	10	100	Tarea crítica Riesgo alto
13	desconectar los puenetes de las boquillas del transformador de potencia	5	5	100	Medio
14	cepillar los conectores de los puentes de las boquillas y realizar la limpieza general en cada boquilla	10	10	100	Tarea crítica Riesgo alto
15	cortocircuitar las boquillas de baja (X) y alta (H) tensión del transformador de potencia	10	10	100	Tarea crítica Riesgo alto
16	montar y conectar el equipo de prueba	10	10	100	Tarea crítica Riesgo alto
17	conectar los cables del equipo de prueba al transformador. La conexión para la primera prueba de factor de potencia consiste en conectar el cable de baja tensión a X0 y cable HV a H2	10	10	100	Tarea crítica Riesgo alto
18	realizar la prueba número 1 de factor de potencia	10	10	100	Tarea crítica Riesgo alto
19	realizar la prueba número 2 de factor de potencia	10	10	100	Tarea crítica Riesgo alto
20	realizar la prueba número 3 de factor de potencia	10	10	100	Tarea crítica Riesgo alto
21	descargar los devanados y realizar la conexión para las siguientes pruebas	10	10	100	Tarea crítica Riesgo alto
22	realizar la prueba número 4 de factor de potencia	10	10	100	Tarea crítica Riesgo alto
23	retirar, limpiar y guardar el equipo de prueba	10	10	100	Tarea crítica Riesgo alto
24	limpiar el conector y el conductor con el cepillo de alambre	10	10	100	Tarea crítica Riesgo alto
27	limpiar y guardar el equipo de prueba	5	5	25	Medio
28	retirar el equipo de puesta a tierra del transformador utilizando la grúa con canastilla	10	10	100	Tarea crítica Riesgo alto
29	Retirar la licencia de manera coordinada con el operador y realizar las maniobras para normalizar el interruptor	10	10	100	Tarea crítica Riesgo alto

**Tabla 4.3.3 Prueba de factor de potencia del aislamiento**

30	Verificación de los Trabajos Ejecutados	verificar el estado de las alarmas con el operador, verificar también las condiciones operativas de los equipos involucrados en la maniobra	5	1	5	Bajo
31		retirar la cinta delimitadora y los soportes de la cinta	5	5	25	Medio
32		el personal se traslada a su centro de trabajo	10	10	100	Tarea crítica Riesgo alto
33		Entregan los formatos con los resultados de las pruebas realizadas	5	1	5	Bajo

**Tabla 4.3.3 Prueba de factor de potencia del aislamiento**

### 4.3.4 Prueba de corriente de excitación a transformador de potencia

Objetivo: prueba de factor de potencia al aislamiento del transformadores de potencia						
pasos	Etapa de la maniobra	Actividad	Evaluacion del Riesgo			
			M	E	AGR	Resultado
1	Planeacion de los Trabajos	El tecnico responsable solicita licencia	1	5	5	Bajo
2		Planeacion de la maniobra en el centro del trabajo	1	5	5	Bajo
3		Se entrega orden de trabajo al personal	1	5	5	Bajo
4		Traslado al punto de trabajo	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
5		Realizar planeacion del trabajo en sitio para realizar las pruebas	5	5	25	Medio
6	Ejecucion de los Trabajos	Realizar manobraS para librar el transformador de potencia para posteriormente abrir las cuchillas laterales de los interruptores de banco en el lado de alta y en el lado de media tension	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
7		realizar la apertura de las cuchillas laterales de los interruptores de banco en el lado de alta y en el lado de media tension	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
8		Se verifica la ausencia de potencial en el lado de media tension y lado de alta tension en el trafo	5	5	25	Medio
9		Proceder a armar e instalar el equipo de puesta a tierra	5	1	5	Bajo
10		aterrizar el transformador del lado de media tension utilizando una grua con canastilla. La grua debe ser aterrizada estabilizada y calzada adecuadamente	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
11		bajar de la camioneta y colocar sobre lona las herramientas necesarias para la prueba	5	1	5	Bajo

**Tabla 4.3.4 Prueba de corriente de excitación a transformador de potencia**

12		el electricista sube al transformador portando su arnes linea de vida, bandola de seguridad	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
13		desconectar los puenetes de las boquillas del transformador de potencia	5	5	100	Medio
14		cepillar los conectores de los puentes de las boquillas y realizar la limpieza general en cada boquilla	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
15		montar y conectar el equipo de prueba	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
16		conectar las terminales del equipo de prueba de acuerdo a la prueba de corriente de excitacion N° 1 al transformador de potencia	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
17		conectar las terminales del equipo de prueba de acuerdo a la prueba de corriente de excitacion N° 2 al transformador de potencia	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
18		conectar las terminales del equipo de prueba de acuerdo a la prueba de corriente de excitacion N° 3 al transformador de potencia	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
19		retirar, limpiar y guardar los cables del equipo de prueba.	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
20		continuar con la limpieza y guardado de los cables del equipo de prueba	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
21		descargar los devanados y realizar la conexión para las siguientes pruebas	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
24		limpiar el conector y el conductor con el cepillo de alambre	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
27		limpiar y guardar el equipo de prueba	5	5	25	Medio
28		retirar el equipo de puesta a tierra del transformador u tilizando la grua con canastilla	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
29		Retirar la licencia de manera coordinada con el operador y realizar las maniobras para normalizar el interruptor	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
30	Verificación de los Trabajos Ejecutados	verificar el estado de las alarmas con el operador, verificar tambien las condiciones operativas de los equipos involucrados en la maniobra	5	1	5	Bajo
31		retirar la cinta delimitadora y los soportes de la cinta	5	5	25	Medio
32		el personal se traslad a su centro de trabajo	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
33		Entregan los formatos con los resultados de las pruebas realizadas	5	1	5	Bajo

**Tabla 4.3.4 Prueba de corriente de excitación**

### 4.3.5 Prueba de relación de transformación a transformadores de potencia

Objetivo: prueba de relacion de transformacion a transformadores de potencia						
pasos	Etapa de la maniobra	Actividad	Evaluacion del Riesgo			
			M	E	AGR	Resultado
1	Planeacion de los Trabajos	El tecnico responsable solicita licencia	1	5	5	Bajo
2		Planeacion de la maniobra en el centro del trabajo	1	5	5	Bajo
3		Se entrega orden de trabajo al personal	1	5	5	Bajo
4		Traslado al punto de trabajo	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
5		Realizar planeacion del trabajo en sitio para realizar las pruebas	5	5	25	Medio
6	Ejecucion de los Trabajos	Realizar manobraS para librar el tranformador de potencia para posteriormente abrir las cuchillas laterales de los interruptores de banco en el lado de alta y en el lado de media tension	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
7		realizar la apertura de las cuchillas laterales de los interruptores de banco en el lado de alta y en el lado de media tension	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
8		Se verifica la ausencia de potencial en el lado de media tension y lado de alta tension en el trafo	5	5	25	Medio
9		Proceder a armar e instalar el equipo de puesta a tierra	5	1	5	Bajo
10		aterrizar el tranformador del lado de media tension utilizando una grua con canastilla. La grua debe ser aterrizada estabilizada y calzada adecuadamente	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
11		bajar de la camioneta y colocar sobre lona las herramientas necesarias para la prueba	5	1	5	Bajo

**Tabla 4.3.5 Prueba de relación de transformación**

12		el electricista sube al transformador portando su arnes linea de vida, bandola de seguridad	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
13		desconectar los puenetes de las boquillas del transformador de potencia	5	5	100	Medio
14		cepillar los conectores de los puentes de las boquillas y realizar la limpieza general en cada boquilla	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
15		montar y conectar el equipo de prueba	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
16		realizar la prueba numero 1 para medir el devanado de la fase A del transformador de acuerdo al formato de prueba	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
17		realizar la prueba numero 2 para medir el devanado de la fase A del transformador de acuerdo al formato de prueba	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
18		realizar la prueba numero 3 para medir el devanado de la fase A del transformador de acuerdo al formato de prueba	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
19		retirar, limpiar y guardar los cables del equipo de prueba.	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
20		continuar con la limpieza y guardado de los cables del equipo de prueba	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
21		descargar los devanados y realizar la conexión para las siguientes pruebas	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
24		limpiar el conector y el conductor con el cepillo de alambre	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
27		limpiar y guardar el equipo de prueba	5	5	25	Medio
28		retirar el equipo de puesta a tierra del transformador u tilizando la grua con canastilla	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
29		Retirar la licencia de manera coordinada con el operador y realizar las maniobras para normalizar el interruptor	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
30	Verificacion de los Trabajos Ejecutados	verificar el estado de las alarmas con el operador, verificar tambien las condiciones operativas de los equipos involucrados en la maniobra	5	1	5	Bajo
31		retirar la cinta delimitadora y los soportes de la cinta	5	5	25	Medio
32		el personal se traslad a su centro de trabajo	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
33		Entregan los formatos con los resultados de las pruebas realizadas	5	1	5	Bajo

**Tabla 4.3.5 Prueba de relación de transformación**

### 4.3.6 Prueba de factor de potencia al aceite aislante

Objetivo: prueba de factor de potencia al aceite aislante						
pasos	Etapa de la maniobra	Actividad	Evaluación del Riesgo			
			M	E	AGR	Resultado
1	Planeacion de los Trabajos	El tecnico responsable solicita licencia	1	5	5	Bajo
2		Planeacion de la maniobra en el centro del trabajo	1	5	5	Bajo
3		Se entrega orden de trabajo al personal	1	5	5	Bajo
4		Traslado al punto de trabajo	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
5		Realizar planeacion del trabajo en sitio para realizar las pruebas	5	5	25	Medio
6	Ejecucion de los Trabajos	bajar de la camioneta y colocar sobre lona las herramientas necesarias para la prueba	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
7		montar y conectar el equipo de prueba	5	5	25	Medio
8		limpiar la valvula del dren principal del transformador de potencia y tomar muestra de aceite para la prueba	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
9		conectar los cables del equipo de prueba a la celda	5	10	50	Tarea critica Riesgo alto
10		realizar la prueba de factor de potencia al aceite aislante	5	10	50	Tarea critica Riesgo alto
11		desconectar los cables del equipo de prueba de la celda	5	10	50	Tarea critica Riesgo alto
12		limpiar y guardar la celda	5	5	25	medio
13		desconectar el equipo de prueba	1	5	5	Bajo
14		guardar el equipo de prueba en la camioneta	5	5	25	Medio
15		guardar la herramienta que se ocupo durante la prueba en la camioneta	5	5	25	Medio
16		retirar la cinta delimitadora y los soportes de la cinta	5	5	25	Medio
17		depositar el aceite que se probo en un contenedor de residuos	5	5	25	Medio
18		verificacion de los trabajos ejecutados	el personal se traslada a su centro de trabajo	10	10	100
19	se guardan los desechos solidos y el aceite drenado, en depositos especiales para su manejo		5	10	50	Tarea critica Riesgo alto
20	entregar los formatos con los resultados de las pruebas realizadas debidamente llenados y firmados		1	5	5	Bajo

**Tabla 4.3.6 Prueba de factor de potencia al aceite aislante**

### 4.2.7 Obtención de muestras de aceite aislante

Objetivo: obtencion de muestras de aceite aislante						
pasos	Etapa de la maniobra	Actividad	Evaluacion del Riesgo			
			M	E	AGR	Resultado
1	Planeacion de los Trabajos	El tecnico responsable solicita licencia	1	5	5	Bajo
2		Planeacion de la maniobra en el centro del trabajo	1	5	5	Bajo
3		Se entrega orden de trabajo al personal	1	5	5	Bajo
4		Traslado al punto de trabajo	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
5		Realizar planeacion del trabajo en sitio para realizar las pruebas	1	5	5	Bajo
6	Ejecucion de los Trabajos	bajar de la camioneta y colocar sobre lona las herramientas necesarias para la muestra	5	5	25	Medio
7		realizar los preparativos para obtener la muestra de aceite	1	5	5	Bajo
8		obtener la muestra de aceite del transformador	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
9		retirar la manguera y el reductor de la valvula, y volver a colocar su tapon	5	5	25	Medio
10		limpiar los materiales y herramientas utilizados para el drenado de aceite	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
11	verificacion de los trabajos ejecutados	retirar la licencia ante el operador ciudad y guardar las herramientas utilizadas	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
12		retirar la cinta delimitadora y los soportes de la cinta	5	10	50	Tarea critica Riesgo alto
13		el personal se traslada a su centro de trabajo	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
14		se guardan los desechos solidos y el aceite drenado, en depositos especiales para su manejo	5	5	25	Medio
15		se entrega la muestra de aceite obtenida del transformador	1	5	5	Bajo

**Tabla 4.2.7 Obtención de muestras de aceite aislante**

### 4.3.8 Prueba de resistividad al aceite aislante del transformador

Objetivo: toma de muestra de aceite para prueba de resistividad en laboratorio						
pasos	Etapa de la maniobra	Actividad	Evaluación del Riesgo			
			M	E	AGR	Resultado
1	Planeación de los Trabajos	El tecnico responsable solicita licencia	1	5	5	Bajo
2		Se entrega orden de trabajo al personal	1	5	5	Bajo
3		Traslado al punto de trabajo	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
4		Realizar planeación del trabajo en sitio para realizar las pruebas	1	5	5	Bajo
6	Ejecución de los Trabajos	bajar de la camioneta y colocar sobre lona las herramientas necesarias para la muestra	5	5	25	Medio
7		realizar los preparativos para obtener la muestra de aceite	1	5	5	Bajo
8		obtener la muestra de aceite del transformador	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
9		retirar la manguera y el reductor de la valvula, y volver a colocar su tapon	5	5	25	Medio
10		limpiar los materiales y herramientas utilizados para el drenado de aceite	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
11		retirar la licencia ante el operador ciudad y guardar las herramientas utilizadas	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
12	verificación de los trabajos ejecutados	retirar la cinta delimitadora y los soportes de la cinta	5	10	50	Tarea critica Riesgo alto
13		el personal se traslada a su centro de trabajo	10	10	100	Tarea critica Riesgo alto
14		se guardan los desechos solidos y el aceite drenado, en depositos especiales para su manejo	5	5	25	Medio
15		se entrega la muestra de aceite obtenida del transformador	1	5	5	Bajo

**Tabla 4.3.8 Prueba de resistividad al aceite aislante del transformador**

## **CAPÍTULO 5**

### **CONCLUSIONES**

#### **5.1 Tabla Comparativa de Resultados Obtenidos Aplicando el Catalogo de Maniobras en Subestaciones**

<b>Objetivo</b>	<b>Sin catalogo</b>	<b>Con catalogo</b>
<b>Accidentes mortales</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Accidentes con lesión</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
<b>Incidentes</b>	<b>6</b>	<b>1</b>
<b>Tiempo por prueba</b>	<b>1 hora</b>	<b>40 minu</b>
<b>Días perdidos por incapacidad</b>	<b>40 días</b>	<b>3 días</b>
<b>Equipos afectados</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
<b>Salidas de líneas de transmisión</b>	<b>2</b>	<b>0</b>

### 5.1 Resultados

Los resultados esperados son de realizar un buen trabajo de mantenimiento a equipos primarios de subestaciones de potencia de una manera más segura rápida y eficiente siguiendo las normativas impartidas por la CFE y ya no tener accidentes dentro del centro de trabajo en la aplicación de este catálogo notamos las diferencias de como se hacía antes y como se hacen los trabajos en estos momentos hay una gran comparación de resultados lo

más importante de la aplicación de este catálogo es concientizar al personal se seguirlo al pie de la letra para lograr un mejor desempeño laboral y un trabajo más seguro cuidando la integridad física y el bienestar de los equipos porque eso ayuda a nuestros usuarios a no ser afectados sin dejarlos sin energía eléctrica.

### 5.2 Trabajos Futuros

.Los trabajos futuros a este proyecto es implementarlo en otras ares de la empresa para que a si los trabajos s e realicen de una forma más segura sin poner en riesgo la vida de las personas y la disponibilidad del sistema eléctrico.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- **Comisión Federal de electricidad (2005) SOM 3531 México**
- **D.F**
- 
- **Comisión Federal de electricidad (2000) Capitulo 100 México**
- **D.F**
- **Mírales José electricista de mantenimiento (2010) 252 paginas**
- **México D.F**
- 
- 3.-Título: MANUAL DE MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES.  
Autores: José Roldán Viloría.  
Páginas: 411. Tamaño: 24 X 17 centímetros. Peso: 1 kilogramo.  
Ilustraciones: 150 (fotografías, dibujos, esquemas, diagramas, gráficos, cuadros, tablas).  
Año: 2011 (4ª Edición revisada). ISBN: 9788428323932.