



**PUESTA A PUNTO Y PUESTA EN SERVICIO
DE SUBESTACIONES DE DISTRIBUCIÓN**

**PROCEDIMIENTO
CFE DCPSSD**

DICIEMBRE 2013

C O N T E N I D O

1	OBJETIVO	1
2	ALCANCE	1
3	DOCUMENTOS APLICABLES	1
4	DEFINICIONES	1
5	CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES GENERALES	2
5.1	Condiciones Generales	2
5.2	Organización	3
6	CONTROL DE CALIDAD	4
6.1	Requisitos Previos a las Pruebas de Puesta a Punto y de Puesta en Servicio de las Subestaciones de Distribución	4
6.2	Entrega de Proyectos e Información Técnica	4
6.3	Relación Global del Equipo de Prueba y Accesorios Necesarios	5
6.4	Estudios de la Red y Cálculos de Ajustes	7
7	VERIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS DE OBRA CIVIL Y ELECTROMECAÁNICA POR PARTE DE CFE	7
8	PUESTA A PUNTO DEL EQUIPAMIENTO DE LAS SUBESTACIONES DE DISTRIBUCIÓN	8
8.1	Transformadores de Potencia	8
8.2	Interruptores de Potencia	14
8.3	Cuchillas Seccionadoras y Cortacircuitos Fusibles de Potencia	17
8.4	Transformadores de Corriente y Potencial Inductivos y Capacitivos, Transformadores de Servicios Propios y Apartarrayos	19
8.5	Tableros Integrados de Control, Protección, Medición y de Mantenibilidad (SISCCOPROMM)	21
8.6	Tablero de Servicios Propios	35
8.7	Banco de Baterías y Cargadores	36
8.8	Banco de Capacitores	37
8.9	Cable de Potencia	38
8.10	Tablero metálico blindado "Metal-Clad"	39
9	BIBLIOGRAFÍA	42

131210	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

PUESTA A PUNTO Y PUESTA EN SERVICIO DE SUBESTACIONES DE DISTRIBUCIÓN	PROCEDIMIENTO CFE DCPSSD
---	-------------------------------------

ANEXO 1 LISTA DE VERIFICACIÓN – TRANSFORMADOR DE POTENCIA _____ 43

ANEXO 2 LISTA DE VERIFICACIÓN – INTERRUPTORES _____ 44

ANEXO 3 LISTA DE VERIFICACIÓN – SISTEMA DE PROTECCIÓN _____ 46

ANEXO 4 LISTA DE VERIFICACIÓN – DEI’S _____ 47

ANEXO 5 LISTA DE VERIFICACIÓN – TABLERO DE SERVICIOS PROPIOS Y BANCO DE BATERÍAS _____ 49

ANEXO 6 LISTA DE VERIFICACIÓN – TABLERO METÁLICO BLINDADO “METAL-CLAD” _____ 50



131210	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

1 OBJETIVO

Establecer el procedimiento para la puesta a punto y puesta en servicio de Subestaciones de Distribución y coordinar la participación de las distintas áreas involucradas, para lograr que las obras entren en operación con oportunidad y máxima confiabilidad.

2 ALCANCE

Se aplica durante la etapa de puesta a punto y puesta en servicio de Subestaciones de Distribución con tensiones primarias de 138 kV y menores.

3 DOCUMENTOS APLICABLES

CFE NRF-011	Sistema de tierra para plantas y subestaciones eléctricas.
CFE 00200-02	Diagramas unifilares de arreglos para subestaciones.
CFE 04400-42	Guía de criterios básicos para subestaciones de 115, 230 y 400 kV.
CFE D3100-19	Aceite aislante.
CFE H1000-41	Prevención, control y extinción de incendios en subestaciones eléctricas de distribución.
CFE K0000-13	Transformadores y autotransformadores de potencia para subestaciones de distribución.
CFE L0000-06	Coordinación de aislamiento.
CFE V6700-55	Sistemas integrados de control, protección, medición y mantenibilidad para uso en subestaciones de distribución (SISCOPROMM).
CFE VY500-16	Criterios generales de diseño eléctrico para los servicios propios de subestaciones de potencia.

NOTA: En caso de que los documentos anteriores sean revisados y modificados debe tomarse en cuenta la edición en vigor o la última edición.

4 DEFINICIONES

CFE	Comisión Federal de Electricidad.
Contratista	Ejecutor de los trabajos de puesta a punto de Subestaciones.
Puesta a Punto de una Subestación	Son las verificaciones, ajustes y pruebas necesarias que requieren los equipos en forma para asegurar: su correcto estado físico, su montaje, ajuste y disponibilidad para su puesta en servicio.
DEI's	Dispositivos Electrónicos Inteligentes.

131210	Rev										
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- Puesta en Servicio de una Subestación** Es el conjunto de verificaciones y pruebas selectivas, que se realizan a los equipos en forma individual y en conjunto, para poner en operación las Subestaciones de Distribución.
- Residente de Supervisión** Personal de la CFE con la especialidad correspondiente para verificar el cumplimiento de los requerimientos establecidos en las Bases de la Licitación y especificaciones técnicas de las mismas.

5 CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES GENERALES

5.1 Consideraciones Generales

- a) El contratista debe entregar 60 días antes de iniciar la obra, los planos, instructivos de equipos, lista de cables de alambrado e instructivos de equipo, con el fin de que la CFE verifique el cumplimiento de los documentos aplicables.
- b) Las pruebas de puesta a punto de los equipos eléctricos: primarios, protecciones, medición, comunicaciones, control y otros, son responsabilidad del contratista, considerando el atestiguamiento de la CFE.
- c) Las pruebas de puesta en servicio de los equipos eléctricos: primarios, protecciones, medición, comunicaciones, control y otros, son responsabilidad de la CFE.
- d) Con una antelación mínima de 30 días calendario al inicio de las pruebas de puesta a punto, el contratista debe confirmar a la CFE el programa detallado, indicando los especialistas que se harán cargo de los trabajos y el equipo de prueba a utilizar, para que la CFE prevea con oportunidad la supervisión correspondiente.
- e) La CFE debe verificar el cumplimiento del programa de puesta a punto de la obra y de que los trabajos y valores de prueba de los equipos, cumplan con los requisitos mínimos indispensables para su aceptación. Cualquier resultado de las pruebas realizadas que no esté dentro de los intervalos indicados en la ficha bibliográfica [3] de este procedimiento, no se debe aceptar.
- f) Los trabajos de puesta a punto realizados por el Contratista, invariablemente deben ser atestiguados durante su desarrollo por personal de la CFE, cumpliendo con lo establecido y de acuerdo a lo descrito en la ficha bibliográfica [3] de este procedimiento.
- g) Una vez que los trabajos y pruebas son ejecutados en forma satisfactoria bajo la supervisión de la CFE, el representante autorizado debe firmar de Vo.Bo. los formatos donde se indiquen los trabajos realizados y valores de prueba obtenidos.
- h) En caso de que los valores de las pruebas de puesta a punto no sean satisfactorios (que no cumplan con lo indicado, de acuerdo a lo descrito en la ficha bibliográfica [3] de este procedimiento), el Contratista debe proceder a la corrección de las causas que los originen, hasta obtener resultados satisfactorios.
- i) Durante los trabajos de puesta a punto de la obra ejecutada por el Contratista, la CFE debe asignar al supervisor correspondiente para atestiguar los trabajos y pruebas de puesta a punto, dicho supervisor será el representante de la CFE ante el Contratista en estos trabajos.
- j) El Contratista debe contar con el equipo suficiente e idóneo para realizar los trabajos de ajuste, calibración, procesos de secado y pruebas correspondientes a los equipos de puesta a punto.

131210	Rev										
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Previo al inicio de los trabajos de puesta a punto, el Contratista debe mostrar la documentación que avale que el equipo de prueba se encuentre en condiciones de servicio satisfactorias (estado físico, calibración vigente, entre otros), esto con el fin de asegurar que los resultados obtenidos de las pruebas se encuentren dentro de los intervalos de aceptación.

- k) Para el caso de Subestaciones que por algún motivo no sean energizadas inmediatamente después de la terminación de la puesta a punto, la CFE debe informar de tal situación al Contratista y acordar con el mismo, la fecha probable en que se llevarán a cabo los trabajos de energización, con el fin de prever, si así se requiere, el apoyo correspondiente del personal del Contratista.

Cuando se trate de ampliaciones de subestaciones que ya se encuentren en operación, la interconexión con: barras, tableros existentes y la realización de las propias interconexiones, son responsabilidad del Contratista. En caso de que la CFE no pueda otorgar las libranzas para la ejecución de estos trabajos, el Contratista debe suministrar los equipos y materiales necesarios, para ser ejecutados por la CFE en línea energizada.

- l) La entrega-recepción de la(s) Subestación(es) de Distribución por parte del Contratista a la CFE, debe realizarse de acuerdo a lo descrito en la ficha bibliográfica [2] de este procedimiento, en un plazo no mayor de 30 días calendario a partir de la energización de la(s) instalación(es), para su aceptación provisional.

5.2 Organización

El Residente de Obra designado por CFE es el responsable de supervisar todas las actividades de las pruebas de puesta a punto y puesta en servicio, el Contratista por su parte, debe de nombrar a su representante especialista en las pruebas de puesta a punto. La coordinación entre ambos representantes permitirá una puesta a punto y puesta en servicio adecuada.

El supervisor de puesta a punto y puesta en servicio de la CFE es responsable de:

- atestiguar las pruebas de puesta a punto y puesta en servicio, de acuerdo a lo descrito en la ficha bibliográfica [3] de este procedimiento,
- solicitar y coordinar con el Área de Control correspondiente, las licencias para energización y pruebas necesarias para la entrada en operación de la(s) instalación(es).

El responsable por parte del Contratista debe de:

- coordinarse con los especialistas de la CFE que intervienen en la aprobación de los trabajos de puesta a punto para el desarrollo de las actividades,
- elaborar memoria técnica que incluya los resultados de las pruebas de puesta a punto,
- coordinar con la CFE, los programas semanales de actividades y la revisión de los resultados de las pruebas de puesta a punto,
- solicitar a la CFE con una semana de anticipación, como mínimo, las licencias o libranzas,
- entregar a la CFE la memoria técnica que incluya los resultados de las pruebas de puesta a punto.

131210	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

6 CONTROL DE CALIDAD

6.1 Requisitos Previos a las Pruebas de Puesta a Punto y de Puesta en Servicio de las Subestaciones de Distribución

6.2 Entrega del Proyecto e Información Técnica

El Contratista debe entregar a la CFE una copia de toda la información de la ingeniería de detalle de la Obra, con una antelación mínima de 60 días del inicio de los trabajos de construcción. La información que como mínimo se entregará, es la siguiente:

- planos de la Ingeniería de detalle de la Subestación, de acuerdo a lo solicitado en las Bases de Licitación, conteniendo como mínimo:
 - diagrama unifilar,
 - diagrama unifilar de la Subestación, con indicación de las protecciones,
 - diagramas trifilares,
 - diagramas esquemáticos y de control,
 - localización del terreno y barda perimetral,
 - localización de bases,
 - ductos y registros,
 - red de tierra,
 - Alumbrado,
 - diseño de bases mayores y menores,
 - caseta de control,
 - diseño de barda perimetral,
 - planos de planta y perfiles,
 - estructuras mayores y menores,
 - planos de disposición física de equipo en tableros,
 - la documentación correspondiente a: Permisos de construcción (municipales y estatales),
 - los permisos ante las autoridades correspondientes para los servicios propios requeridos durante la construcción,
 - listado de cables global,
 - instructivos técnicos originales de todos los equipos,

131210	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- listado de equipos y materiales, con indicación del tipo y marca.

a) Previo a las pruebas de puesta en servicio, se debe contar con:

- la información indicada en el inciso anterior,
- los reportes de las pruebas de puesta a punto,
- planos definitivos de construcción.

6.3 Relación Global del Equipo de Prueba y Accesorios Necesarios

Los equipos de pruebas recomendados para efectuar todas las pruebas planteadas en este procedimiento, son los siguientes:

- probador de transformadores de corriente,
- transformador de alta carga para inyección de corrientes,
- autotransformador de control variable monofásico (variac),
- multímetros digitales y analógicos,
- probador de polaridad de transformadores de corriente,
- secuencímetro,
- resistencia variable,
- fasómetro analógico o digital,
- equipo para prueba de relevadores de protección:
 - multi-amp SR-71, SR-51ó,
 - “Jodice” F 2000 ó,
 - “Epoch”o,
 - xs – 92 o similar.
- computadora personal tipo Notebook con las características necesarias para manejar el acceso y elSoftware de los DEI’s,
- peinetas y accesorios para prueba de relevadores según su tipo y marca,
- maleta de herramientas,
- patrones de medición de: potencia (megawatts), potencia reactiva (megavoltamperes reactivos), energía (megawatts hora), tensión (volts) y corriente (amperes),
- osciloscopio de dos canales con memoria y puerto serial para impresión, 20 MHz como mínimo,

131210	Rev										
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- multímetro digital con funciones para medir tensión de corriente alterna (Vc.a.), tensión de corriente directa (Vc.d.), corriente alterna (Ac.a.), corriente directa (Ac.d.), nivel de potencia en dbm y frecuencia (Hz),
- simulador de estación maestra con el protocolo de la UTR,
- fuente calibradora de corriente directa de 0 a 1 mA,
- probador de resistencia de aislamiento (Megger) de 5 kVde corriente directa,
- medidor de factor de potencia (10 kV),
- medidor de relación de transformación (TTR),
- puente para medición de resistencias óhmicas "Wheastone" o "Kelvin",
- copa de resistividad de aceite aislante,
- medidor de rigidez dieléctrica,
- higrómetro,
- medidor de resistencia de contactos (Ducter),
- analizador de sincronismo y tiempo de operación de interruptores,
- medidor de resistencia de puesta a tierra,
- medidor de alta frecuencia para medición de puesta a tierra,
- analizador de espectro,
- generador de radio frecuencia sintetizado,
- analizador digital para datos,
- equipos para medir impedancia de las celdas de bancos de baterías similar al AVO byte modelo 246001 de "Biddle",
- medidor de humedad de gas hexafloruro de azufre SF₆,
- equipo para tratamiento de gas SF₆ (Subestaciones en SF₆),
- equipo para detector fugas de SF₆.

Los equipos de prueba deben contar con su certificado de calibración vigente.

Los valores mínimos de aceptación de las pruebas están indicados en la referencia [3] de este procedimiento.

NOTA: Esta lista es enunciativamás no limitativa.

131210	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- conexiones de puesta a tierra de equipo y registros,
- calibres de conductores en el sistema de tierra,
- soldaduras adecuadas,
- medición de la resistencia del sistema de tierra,
- aire acondicionado en caseta de control,
- red de drenajes,
- sistema de ventilación en cuarto de baterías,
- alumbrado y circuitos de contactos,
- apriete de zapatas en cableado de control y protección,
- conexiones a la red de tierra de torres de radiocomunicación, mallado de red de tierra y registros.

8 PUESTA A PUNTO DEL EQUIPAMIENTO DE LAS SUBESTACIONES DE DISTRIBUCIÓN

El residente de supervisión será la responsable del atestiguamiento de las pruebas de puesta a punto evaluando las siguientes condiciones:

- a) Que el Contratista cuente con el equipo suficiente para la realización de las pruebas de puesta a punto, y que éstas tengan calibraciones vigentes y condiciones de operación confiable.
- b) Que el Contratista tenga la experiencia en cuando menos en dos subestaciones similares, suficiente para garantizar que los trabajos se ejecutarán con la calidad y confiabilidad requerida, aplicando los procedimientos técnicos de la CFE referidos en este procedimiento.
- c) El Contratista debe entregar a la residencia de supervisión, 30 días antes de iniciar pruebas de puesta a punto el programa de actividades, diagramas definitivos e instructivos correspondientes.
- d) El Contratista debe entregar la memoria técnica que incluya los resultados de puesta a punto.

8.1 Transformadores de Potencia

8.1.1 Descripción

Este procedimiento se aplica a los transformadores de potencia tipo intemperie con refrigeración en aceite, utilizados en las Subestaciones de Distribución, y que deben ser armados, secados, llenados de aceite, probados, entre otras cosas, para su puesta en operación.

8.1.2 Disposiciones

El Contratista es responsable del armado, obligándose a reponer a entera satisfacción de la CFE, todos los daños o pérdidas imputables al mismo. En la presentación del presupuesto se deben analizar por separado las siguientes actividades por cada transformador de potencia que tenga la Subestación y se deben integrar a un solo precio por transformador.

131210	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- a) Revisión interior.
- b) Revisión exterior (tanque principal, radiadores y válvulas, boquillas, tanque conservador, ventiladores, entre otras).
- c) Armado (Montaje de boquillas, radiadores, tanque, gabinetes de control y accesorios).
- d) Pruebas eléctricas sin aceite después del armado.
- e) Tratamiento de secado del transformador.
- f) Tratamiento del aceite y llenado del transformador.
- g) Pruebas dieléctricas y generales después del llenado con aceite del transformador.
- h) Conexiones del transformador al gabinete de control local.
- i) Suministro de materiales de consumo (solventes, empaques, lubricantes, entre otras).

8.1.3 Ejecución

Al iniciar el armado del transformador, se revisa internamente estando presente el Residente de Supervisión de la CFE y el Contratista, para verificar y confirmar que no tengadaños; para la revisión se siguen las indicaciones, de acuerdo a lo descrito en la ficha bibliográfica [3] de este procedimiento, y el Instructivo de Almacenamiento, Montaje, Instalación, Pruebas y Operación del Transformador, y adicionalmente los puntos siguientes:

- a) Revisión interna.

Antes de iniciar la revisión interna, se toman precauciones para evitar los riesgos de sofocación o intoxicación.

- filmación en vídeo y fotos de la inspección interna, especialmente de aquellas partes de difícil acceso,
- verificación minuciosa sobre la sujeción del núcleo y bobina, así como el posible desplazamiento,
- revisar y probar la conexión de puesta a tierra del núcleo,
- inspección visual de terminales, barreras entre fases, estructuras y soportes aislantes, conexiones y distancias eléctricas a tierra,
- revisar los cambiadores de derivaciones, verificando contactos cada posición,
- revisar los transformadores de corriente y terminales de boquillas, verificando sus partes y conexiones,
- revisar que no haya materiales extraños o ajenos al transformador,
- cualquier daño detectado durante la revisión interna, debe reportarse al Residente de Supervisión de la CFE,
- limpieza y retiro del aceite residual del fondo del tanque.

131210	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

b) Revisión externa.

Las verificaciones (inspección visual) a realizar en este equipo son las siguientes:

- datos de placa,
- tanque principal,
- radiadores y válvulas incluyendo verificación de cierre y apertura,
- dispositivo de alivio de presión,
- boquillas,
- tanque conservador, incluyendo bolsa "Cops",
- bombas,
- ventiladores,
- válvula de sobrepresión,
- cambiador de derivaciones,
- gabinete de alambrado,
- relevador de sobrepresión y de flujo, nivel o presión de gases o líquidos "Buchholz",
- instrumentos indicadores,
- limpieza general,
- sistema contra incendio,
- revisión de nomenclatura adecuada del equipo,
- conexiones primarias y de puesta a tierra,
- sistema de preservación de aceite,
- alimentación de corriente alterna / corriente directa.

Una vez hecha la revisión interna y externa, el Contratista debe informar al Residente de CFE si se observa cualquier anomalía o daño encontrada a los puntos anteriores.

c) Armado

Para el armado se deben atender las recomendaciones del fabricante del equipo indicado en el Instructivo de Almacenamiento, Montaje, Instalación, Pruebas y Operación del Transformador.

- las boquillas antes de instalarse, se deben probar, de acuerdo a lo descrito en la ficha bibliográfica [3] en este procedimiento,

131210	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- antes de instalar los radiadores, se prueba hermeticidad y se lavan perfectamente con aceite limpio, lo mismo se hace con el tanque conservador, tuberías y válvulas de aceite,
- las juntas (empaques) utilizadas deben cumplir con lo indicado en el capítulo correspondiente de la Especificación CFE K0000-13,
- todas las conexiones eléctricas internas deben revisarse y limpiarse cuidadosamente antes de unirse con conectores mecánicos; Se confirman los ajustes operativos de los dispositivos de nivel, de flujo(cuando se aplique), y de temperatura,
- una vez terminado el armado del transformador y sellado perfectamente se debe probar la hermeticidad, presurizándolo con nitrógeno de ultra alta pureza (99.999 %), a una presión 0.07 MPa durante 24 h; esta presurización debe hacerse con los radiadores instalados y con sus válvulas abiertas, se debe hacer una medición de la humedad residual como referencia para el proceso de secado.

d) Pruebas sin aceite después del armado

- pruebas de factor de potencia en todas las boquillas equipadas con derivación capacitivo (TAPcapacitivo),
- pruebas de collar caliente a boquillas tipo sólido,
- pruebas de relación de transformación en todas las derivaciones,
- medición de resistencia óhmica en todas las derivaciones en devanados de Alta y Baja Tensión,
- prueba de termómetros,
- prueba al transformador y resistencia óhmica en su bobina,
- prueba al indicador de nivel(libro de instalaciones),
- prueba de relación y saturación de Transformadores de Corriente,
- resistencia de aislamiento en cableado de control,
- humedad residual,
- apertura, cierre y hermeticidad de válvulas de radiadores,
- prueba de resistencia de aislamiento de la puesta a tierra del núcleo.

e) Procedimiento de secado

- antes del llenado definitivo del transformador con aceite aislante, se debe someter a un tratamiento de secado al alto vacío, el cual debe ejecutarse con radiadores puestos y válvulas cerradas. La referencia para el secado(antes y después), será el valor de humedad residual,
- el alto vacío debe alcanzar una presión absoluta inferior a 100 micrones, hasta que el abatimiento del vacío sea menor de 30 micrones en 30 min,

131210	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- la medición de humedad residual, debe hacerse usando nitrógeno de ultra alta pureza (99.999 %). El valor después de 24 h; de la humedad residual, no debe ser mayor a 0.4 % para bancos nuevos y 0.5 % para usados,
- el tiempo total de secado del transformador, no debe exceder de 100 h, para lo cual el Contratista debe usar una bomba de vacío con una capacidad del orden de 22 L/min y tubería de 101.6 mm de diámetro.

f) Llenado de Aceite

- el aceite aislante que se utiliza para el llenado definitivo del transformador, debe ser un aceite deshidratado y desgasificado, con un contenido máximo de agua de 10 ppm; el resto de las pruebas del aceite tanto físico-químicas como eléctricas, deben estar dentro de los límites aceptables de especificaciones de un aceite nuevo. La Especificación de referencia es "CFE D3100-19 Aceite Aislante",
- respecto al aceite aislante, el Contratista debe entregar un certificado donde se avale que en el aceite utilizado no existe contaminación con PCB's y estado general del mismo. Debe reportarse al Residente de Supervisión de la CFE cualquier irregularidad,
- el llenado de aceite del transformador debe hacerse con vacío durante todo el proceso de llenado,
- para prevenir descargas electrostáticas debidas a la circulación del aceite aislante, todas las terminales externas del transformador, su tanque, tuberías y equipo de tratamiento, se deben conectar sólidamente a tierra durante todo el llenado,
- para el llenado, el aceite se introduce al transformador por la válvula inferior. Las admisiones controladas por medio de válvulas y vacío; la velocidad de llenado es controlada para evitar burbujas atrapadas en los aislamientos, se debe admitir a una velocidad de 100 L/min,
- en una sola operación de llenado se debe alcanzar a cubrir el núcleo y devanados, si por alguna razón se interrumpe el proceso se debe vaciar el transformador y reiniciar el llenado. Para transformadores con sistemas de preservación de aceite con nitrógeno, el llenado se debe hacer hasta el nivel indicado por el libro de instrucciones del fabricante del transformador tomando las precauciones señaladas para evitar un daño,
- una vez terminado el llenado del transformador, se rompe el vacío con nitrógeno de ultra alta pureza (99.999 %).

g) Pruebas Dieléctricas y Generales después del Llenado de Aceite (de acuerdo a lo descrito en la ficha bibliográfica [3] de este procedimiento)

- factor de potencia a devanados (a 10 kV),
- medición de capacitancia entre devanados,
- resistencia óhmica de devanados,
- corriente de excitación (10 kV), en todas las derivaciones y en los dos sentidos,
- resistencia de aislamiento a devanados (5 kV),
- resistencia de aislamiento del núcleo a tierra,

131210	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- relación de transformación en todas sus derivaciones (en transformadores con y sin cambiador bajo carga),
 - comprobación de impedancia (para transformadores usados o reparados).
- h)** Pruebas al aceite contenido dentro del transformador (de acuerdo lo descrito en la ficha bibliográfica [3] de este procedimiento).
- rigidez dieléctrica,
 - factor de potencia,
 - resistividad,
 - análisis físico-químico completo y cromatografía de gases, con resultados avalados por CFE.
- i)** Pruebas eléctricas a boquillas (de acuerdo a lo descrito en la ficha bibliográfica [3] de este procedimiento).
- factor de potencia,
 - medición de capacitancias,
 - collar caliente.
- j)** Verificación de operación de accesorios y dispositivos de protecciones:
- sistema de enfriamiento,
 - sistema de prevención del aceite,
 - arranque de ventiladores y bombas,
 - alarma y disparo originado por el cambiador de derivaciones (locales),
 - alarma y disparos por sobrettemperatura de aceite y devanados,
 - alarma por bajo nivel de aceite,
 - alarmas y disparos del cambiador de derivaciones,
 - alarma y disparo del relevador de flujo, nivel o presión de gases o líquidos “Buchholz”,
 - alarma y disparo, válvula de sobrepresión,
 - revisión de conexiones de los transformadores de corrientetipo boquilla,
 - sellado de gabinetes, cajas auxiliares de gabinetes,
 - verificación de equipo de calefacción en gabinetes,
 - verificación general de conexiones (apriete de tornillería),

131210	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- revisión de las conexiones de los accesorios([49 Relevador térmico de máquina o transformador], [63 relevador de flujo, nivel, presión de gases o líquido], [26 dispositivo térmico de aparatos],
- revisión del relevador de imagen térmica.

k) Pruebas a accesorios y protecciones:

- prueba de aislamiento al cableado,
- pruebas a transformador de corriente: de Relación de transformación, polaridad, resistencia óhmica, saturación y carga“Burden”, (revisión de conexiones de los Transformador de Corrientetipo boquilla),
- prueba de operación de los relevadores “Buchholz” del tanque principal y relevador de flujo en cambiador de derivación,
- calibración del indicador de temperatura del aceite, verificando la operación de alarma,
- pruebas del cambiador de derivaciones, control, indicación remota y local, alarmas y regulador de voltaje,
- operación del relevador de presión súbita,
- prueba de alarmas del equipo de preservación del aceite,
- comprobar operación de válvula de sobrepresión.

Las pruebas deben efectuarse, de acuerdo a lo descrito en la ficha bibliográfica [3] de este procedimiento.

Los resultados de las pruebas deben ser registrados en los formatos correspondientes y entregados a la Residencia de Supervisión de la CFE.

8.1.4 Tolerancias

Son las indicadas en la ficha bibliográfica [3] de este procedimiento.

8.1.5 Medición

La unidad de medida esel transformador terminado.

8.2 Interruptores de Potencia

8.2.1 Descripción

Esta actividad se aplica a los interruptores de potencia de 13.8 kV hasta 138 kV con medio de extinción en SF₆, aceite o vacío que se instalen en Subestaciones de Distribución.

8.2.2 Disposiciones

El Contratista es responsable de las pruebas a realizar a los interruptores de potencia, obligándose a reponer a entera satisfacción de la CFE, todos los daños o pérdidas imputables al Contratista.

131210	Rev										
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

En la presentación del presupuesto, se analizan por separado las siguientes actividades para cada interruptor trifásico de diferente tensión, y se integra a un solo precio unitario.

- a) Ajuste y calibración del mecanismo.
- b) Cableado y pruebas del gabinete de control y protección tipo intemperie.
- c) Pruebas de puesta a punto, conforme al libro de instrucciones del fabricante, de acuerdo a lo descrito en la ficha bibliográfica [3] de este procedimiento.

8.2.3 Ejecución

Las pruebas y verificaciones de funcionamiento indicadas en los planos e instructivos del fabricante, deben ser realizadas con personal especializado del Contratista en esta actividad.

Para la realización de las pruebas se deben hacer, de acuerdo a lo descrito a la ficha bibliográfica [3] de este procedimiento.

Invariablemente los resultados deben reportarse en los formatos establecidos, de acuerdo a lo descrito en la ficha bibliográfica [3] de este procedimiento, y deben ser atestiguadas por el Residente de Supervisión de la CFE.

Las verificaciones a realizar en estos equipos son las siguientes:

- datos de placa,
- colocación y revisión de nomenclatura asignada al equipo,
- montaje adecuado conforme instructivo de fabricante,
- inspección visual de boquillas, porcelanas, gabinete de control, para verificar que no existan golpes o daños,
- conexiones primarias y a tierra,
- tornillería y limpieza,
- retiro de bloqueos mecánicos de transporte,
- presión del gas SF₆,
- operación de motores y compresores,
- carga de accionamiento del resorte,
- presiones nominales para cierre local y remoto,
- operación manual de emergencia,
- operación de señalización de cerrado / abierto,
- limpieza general,
- contador de operaciones,

131210	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- carrera del contacto móvil para interruptores en vacío (cuando aplique),
- alimentación de corriente alterna / corriente directa,
- verificación del sistema de calefacción,
- sellado de gabinetes,
- verificación general de conexiones (apriete de tornillería),
- prueba de aislamiento al cableado,
- presión nominal de aire (cuando aplique),
- revisión de fugas,
- ajuste de mecanismo,
- verificación de alarmas y bloqueos,
- ajuste de resortes de acuerdo al manual de operación del interruptor (cuando se requiera),
- verificación de identificación y correspondencia de terminales de cables de control, física con lista de cables,
- verificación de conexiones internas y su interconexión al tablero de control,
- verificación de circuitos de alimentación de corriente directa y corriente alterna,
- verificación de los circuitos de cierre y apertura local y remota,
- verificación de conexiones de transformador de corriente tipo boquilla,
- verificación de alarmas y bloqueos,
- revisión de contactos auxiliares,
- verificar que en operación local no se inhiba el disparo de protecciones.

a) Pruebas eléctricas y de operación a realizar:

- resistencia de aislamiento (5 kV),
- factor de potencia (10 kV),
- resistencia de contactos,
- sincronismo y tiempos de operación al cierre y apertura,
- tiempo de inserción de resistencia de preinserción,
- bloqueos, alarmas y disparos por pérdidas de presión del sistema de interrupción y mecanismos,

131210	Rev										
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- operación de antibombeo,
- pruebas a boquillas y pasamuros,
- verificación de la humedad residual SF₆.(no debe ser mayor a 71ppm),
- verificar la pureza del SF₆ en el tanque de suministro (debe ser 99.8 %),
- en el llenado, debe basarse en el libro de instrucciones del fabricante, para determinar la presión de acuerdo a la temperatura ambiente,
- factor de potencia a boquillas (cuando se requiera),
- resistencia de aislamiento en motores,
- verificación de conexiones internas y su interconexión al tablero de control,
- verificación de circuitos de alimentación de corriente directa y corriente alterna,
- verificación de los circuitos de cierre y apertura local y remota,
- revisión de conexiones de transformador de corrientetipo boquilla,
- pruebas a transformador de corrientede Relación de transformación, Polaridad, Resistencia óhmica, Saturación y carga“Burden”,
- prueba de arreglo de disparidad de polos, indicación de posición local y remota,
- operación de relevadores auxiliares.

8.2.4 Tolerancias

Son las indicadas en la ficha bibliográfica [3] de este procedimiento.

8.2.5 Medición

La unidad de medida es el interruptor terminado.

8.3 Cuchillas Seccionadoras y Cortacircuitos Fusibles de Potencia.

8.3.1 Descripción

Estas especificaciones se aplican a las cuchillas y cortacircuitos fusibles de potencia, que se encuentran instalados en Subestaciones de Distribución.

8.3.2 Disposiciones

El Contratista es responsable de las pruebas a realizar a las cuchillas seccionadoras y cortacircuitos fusibles depotencia. En la presentación del presupuesto se deben analizar por separado las siguientes actividades por cada juego o pieza que tenga la Subestación y se deben integrar a un solo precio unitario por cuchilla desconectadora ocortacircuitos fusible de potencia.

131210	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

8.3.3 Ejecución

La realización de las pruebas se debe de hacer de acuerdo a lo descrito en la ficha bibliográfica [3] de este procedimiento.

Invariablemente los resultados deben reportarse en los formatos establecidos, de acuerdo a lo descrito en la ficha bibliográfica [3] de este procedimiento, y deben ser atestiguadas por el Residente de Supervisión de la CFE.

Las verificaciones a realizar son las siguientes:

- datos de placa,
- montaje adecuado y nivelación,
- verificación de ajuste de los contactos con operación manual o motorizado en su caso,
- revisión de nomenclatura asignada al equipo,
- conexiones primarias y a tierra,
- limpieza general,
- alimentación de corriente alterna y corriente directa,
- sellado de gabinetes,
- verificación del sistema de calefacción,
- verificación general de conexiones (apriete de tornillería),
- verificación de ajuste de los contactos de las cuchillas.

Las Pruebas eléctricas a realizar son las siguientes:

- resistencia de aislamiento,
- factor de potencia,
- resistencia de contactos,
- collar caliente,
- continuidad entre la red de tierra y maneral,
- pruebas de aislamiento al cableado.

8.3.4 Tolerancias

Son las indicadas en la ficha bibliográfica [3] de este procedimiento.

8.3.5 Medición

La unidad de medición, es la pieza en el caso de cuchillas y cortacircuitos unipolares.

131210	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

La unidad de medición es el juego en el caso de las cuchillas de operación en grupo.

8.4 Transformadores de Corriente y Potencial Inductivos y Capacitivos, Transformadores de Servicios Propios y Apartarrays

8.4.1 Descripción

Estas especificaciones se aplican a transformadores de corriente y potencial, transformadores de servicios propios y apartarrays instalados en Subestaciones de Distribución.

8.4.2 Disposiciones

El Contratista es responsable de las pruebas a realizar a los transformadores de corriente y potencial, transformadores de servicios propios y apartarrays.

8.4.3 Ejecución

La realización de las pruebas se deben de hacer de acuerdo a lo descrito en la ficha bibliográfica [3] de este procedimiento

Invariablemente los resultados deben reportarse en los formatos establecidos, de acuerdo a lo descrito en la ficha bibliográfica [3] de este procedimiento, y debenser atestiguadas por el Residente de Supervisión de la CFE.

8.4.3.1 Transformadores de corriente

En estos equipos se debe verificar:

- limpieza general,
- datos de placa,
- inspección visual del estado general del equipo, incluyendo diafragma (cuando aplique),
- montaje adecuado,
- nivel de aceite,
- conexiones primarias y a tierra,
- verificación general de conexiones (apriete de tornillería),
- sellado de gabinete,
- pruebas de aislamiento al cableado,
- verificación de valores nominales y clase de precisión y su aplicación (de placa),
- verificación de su conexión a la red de tierras (continuidad).

Las pruebas eléctricas a realizar a estos equipos son:

- resistencia de aislamiento,
- factor de potencia,

131210	Rev										
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- prueba de relación de transformación,
- prueba de saturación y carga "Burden",
- prueba de polaridad,
- prueba de resistencia óhmica.

8.4.3.2 Transformadores de potencial inductivo y capacitivo

En estos equipos se debe verificar:

- datos de placa,
- montaje adecuado,
- condiciones de estado general del equipo (inspección visual),
- nivel de aceite,
- conexiones primarias y a tierra,
- limpieza general,
- fusibles secundarios,
- que mantengan correspondencia con armado de fábrica,
- verificación general de conexiones (apriete de tornillería),
- sellado de gabinete,
- pruebas de aislamiento al cableado,
- verificación de valores nominales,
- verificación de su conexión a la red de tierra (continuidad).

En estos equipos se deben realizar las siguientes pruebas eléctricas:

- resistencia de aislamiento,
- factor de potencia (prueba cruzada),
- corriente de excitación,
- medición de capacitancia,
- pruebas de relación de transformación.

8.4.3.3. Transformador de servicios propios

En estos equipos se debe verificar:

- datos de placa,

131210	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- verificación de la posición del cambiador de derivaciones para operación,
- verificación de su conexión a la red de tierra (continuidad).

En estos equipos se deben realizar las siguientes pruebas eléctricas:

- prueba de resistencia de aislamiento,
- prueba de relación de transformación,
- prueba de rigidez dieléctrica del aceite.

8.4.3.4. Apartarrayos

En estos equipos se debe verificar:

- datos de placa,
- montaje adecuado,
- condiciones de estado general del equipo (inspección visual),
- conexiones primarias y a tierra,
- limpieza general,
- verificación de su conexión a la red de tierras(continuidad).

En estos equipos se deben realizar las siguientes pruebas eléctricas:

- resistencia de aislamiento,
- factor de potencia (pérdidas en W).

8.4.4 Tolerancias

Son las indicadas en la ficha bibliográfica [3] de este procedimiento.

8.4.5 Medición

La unidad de medida, es la pieza.

8.5 Tableros Integrados de Control, Protección, Medición y de Mantenibilidad (SISCOPROMM)

8.5.1 Descripción

Para las pruebas de los tableros de control, protección, medición y de mantenibilidad (SISCOPROMM).

Esta actividad se refiere a los tableros de control, protección y medición (SISCOPROMM) que se encuentren instalados en la caseta de control de las Subestaciones de Distribución.

131210	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

8.5.2 Disposiciones

El Contratista es responsable de las pruebas a realizar al tablero de control, protección, medición y de mantenibilidad (SISCOPROMM). Obligándose a reponer a entera satisfacción de la Comisión, todos los daños o pérdidas imputables al Contratista. En la presentación del presupuesto se deben analizar por separado las siguientes actividades por pieza que tenga la Subestación y se deben integrar a un solo precio unitario por tablero de control, protección, medición y de mantenibilidad (SISCOPROMM).

8.5.3 Ejecución

A partir del diagrama unifilar, de los diagramas de los equipos instalados y los cables de control en existencia se preparan los diagramas trifilares, esquemáticos de control, fuerza y alumbrado, y lista de cables que se requieran, una vez revisados y aprobados, se procede al cableado, identificando, marcando y conectando los cables de control, iniciando las pruebas de comprobación.

Se realiza la verificación de los esquemas aprobados por la CFE, haciendo pruebas operacionales en alambrados, tablas de conmutación en conmutadores y de resistencia de aislamiento de los alambrados entre sí y a tierra.

Los relevadores, medidores, registradores y aparatos indicadores se prueban y calibran por personal especializado.

La puesta a punto de los tableros de protección, control y medición, se debe realizar con personal especializado y confiable por la delicadeza e importancia de esta actividad dentro de la operación de cualquier Subestación Eléctrica de Distribución próxima a entrar en servicio. Para lograr resultados precisos en la prueba de estos equipos es importante mencionar que el Contratista debe contar con la experiencia de haber participado en la construcción de dos tableros de características similares, así como contar con el equipo de pruebas y herramienta necesarias.

a) Recomendaciones

- para poder realizar las actividades, se debe contar con la siguiente información.
 - diagrama de disposición del equipo en las secciones de los tableros,
 - diagrama unifilar de la subestación autorizado por la subárea de control respectiva,
 - diagramas trifilares de cada una de las secciones del tablero,
 - diagramas de alumbrado de cada una de las secciones del tablero,
 - diagramas esquemáticos de cada una de las secciones del tablero,
 - diagramas de protección de cada una de las secciones del tablero,
 - diagramas de sincronización de cada una de las secciones del tablero correspondiente a Líneas de Alta Tensión e interruptor comodín, si es el caso,
 - diagramas de alarmas locales y remotas de cada uno de los cuadros de alarma y registrador de eventos,
 - instructivos completos de información sobre relevadores, medidores, registradores de eventos(alarmas),
 - lista de cables de control existentes con sus rutas,

131210	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- instructivos y diagramas de operación del equipo primario,
 - software para programación, verificación y ajuste de relevadores, medidores registradores de eventos,
 - cables, acopladores, adaptadores entre otros, para la interconexión de equipos para las pruebas.
- si en la ejecución de la puesta a punto del equipo de protección resultan equipos descalibrados o dañados, el Contratista debe proceder a su reposición de inmediato,
- cuando se vayan a realizar pruebas a nivel SCADA con la UTM es necesario, la participación de las áreas especialistas de protección, comunicaciones y control supervisorio,
- equipo de prueba y accesorios.

Los equipos de prueba necesarios que el Contratista debe acreditar para desarrollar estos trabajos en esquemas de protección deben ser los siguientes:

- probador de Transformadores de Corriente,
- transformador de inyección de corriente,
- autotransformador de Tensión Variable Monofásico (VARIAC),
- multímetros analógicos y digitales,
- probador de polaridad de Transformadores de Corriente,
- secuencímetro,
- probador de resistencia de aislamiento (MEGGER) de 1 000 V corriente directa,
- resistencia de carga variable,
- medidor de ángulo,
- equipo de prueba para evaluar relevadores de protección y dispositivos de medición:
 - ✓ “Multiamp” tipos SR71 y SR51, (o similar),
 - ✓ Doble “Engineering” F3S, F3SD y serie 2000, (o similar),
 - ✓ Multiamp tipo EPOCH o AVO, (o similar),
 - ✓ Asea Brown “Boveri” XS92, (o similar).
- computadora personal tipo Notebook, actualizada,
- peinetas y accesorios para prueba de relevadores según marca y tipo,
- herramienta en general apropiada,

131210	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- patrones de medición para: potencia(megawatts), potencia reactiva(megavoltamperes reactivos), energía(megawatthora), tensión (volts) y corriente(amperes),
 - osciloscopio de 2 canales con memoria y puerto para impresión,
 - tablero portátil para simulación de mandos, señalización, entradas y salidas digitales,recierre, bloqueos y permisivos. Este tablero se puede utilizar para evaluar protecciones de distancia digitales o sobrecorriente con recierre incluido.
- el Contratista debe proporcionar el listado de Cable de Control y los formatos para anotar los resultados de las pruebas a los diversos relevadores,
 - al término de la puesta a punto por el Contratista,está obligado a entregar a la CFE la información técnica completa y ordenada de cada una de las secciones de tablero, con sus diagramas, resultados de prueba en formatos proporcionados por la CFE de los accesorios y dispositivos, instructivos facilitados para la puesta a punto y listado de equipo instalado por sección.

b) Inspecciones y pruebas de:

- montaje adecuado,
- condiciones del estado general del equipo (inspección visual),
- conexiones a tierra de la estructura metálica de soporte,
- limpieza general,
- inspección visual de los "DEI's" y accesorios auxiliares de control y medición,
- verificación del cableado interno de acuerdo al código de colores, calibre y clase del conductor utilizado,
- verificación de terminales a compresión y clase de terminales utilizadas,
- puertas y bisagras,
- alambrado,
- tipos de tablillas y ductos,
- conexión a tierra,
- verificación general de conexiones (apriete de tornillería),
- verificación de los circuitos de corriente directa,
- resistencia de aislamiento a cables de control, provenientes de los equipos,
- verificar correspondencia de terminales e identificación física con lista de cables.

Para cuando se realicen inspección y pruebas a "DEI's" con funciones en particular, se considerará lo siguiente:

131210	Rev										
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

b.1) Inspecciones a los sistemas de Protección con funciones en particular:

Cuando se realicen inspecciones en el sistema de protección de diferencial de línea, línea de alta tensión, transformador de potencia, diferencial de barras, falla de interruptor y circuitos de distribución, se debe de verificar lo siguiente:

- datos de placa,
- condiciones generales equipo (inspección visual),
- montaje adecuado,
- capacidad y configuración del equipo de acuerdo a lo especificado,
- revisión de diagramas esquemáticos de protección y control,
- verificación y pruebas de cableado del tablero al campo y centros de carga,
- verificación de la instalación adecuada de conexiones,
- verificación de alimentación de corriente alterna y corriente directa,
- verificación de los circuitos de corriente directa,
- verificación de conexión del neutro de los circuitos de corriente y potencial a la barra de tierra y ésta a la red de tierra de la subestación,
- verificación de la conexión de los transformadores de corriente (principales y auxiliares),
- ajuste y verificación de los DEI'S,
- verificación de sellado hermético de esquema,
- verificación de autodiagnóstico,
- verificación de conmutadores de control y medición,
- alarmas locales y remotas,
- verificación de terminales,
- verificación interconexión con el equipo de teleprotección,
- verificación disparos de interruptores por operación de protección.

b.2) Pruebas en Esquemas de Protección con funciones en particular, se considera lo siguiente:

Esquemas diferenciales de línea:

A continuación se enlistan las pruebas necesarias para esta actividad:

- operación de esquema digital,

131210	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- prueba de relación de transformación a transformador de corriente,
- prueba de saturación a transformador de corriente,
- prueba de carga "Burden" a transformador de corriente,
- prueba de polaridad a transformador de corriente,
- faseo de señales de corriente,
- prueba de resistencia de aislamiento a cables de control,
- pruebas de disparo con el sistema de posicionamiento global (GPS) sobre equipo primario,
- verificación de ajuste y operación esquema 50FI,
- pruebas de operación relevadores auxiliares.

Para protección de líneas de alta tensión:

Se debe probar lo siguiente:

- pruebas de inyección primaria a los circuitos de corriente,
- pruebas de inyección secundaria de tensión en los circuitos de potencial,
- calibración y ajuste de DEI's,
- pruebas funcionales de los esquemas de protección,
- Operación correcta de los equipos de protección (disparos),
- arranque de 50FI,
- alarmas locales y remotas,
- transferencia de disparos,
- pruebas de protecciones a equipo principales,
- ajuste y pruebas a la protección 1,
- ajuste y pruebas a la protección 2,
- ajuste y pruebas a la protección de respaldo,
- disparos de interruptores por operación de protección.

Para protecciones de transformador de potencia

Se debe probar lo siguiente:

- pruebas de inyección primaria a los circuitos de corriente,

131210	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- pruebas de inyección secundaria de tensión a los circuitos de potencial,
- prueba de corto circuito trifásico para faseo de la protección diferencial,
- pruebas de corto circuito monofásico por fase para medición de corriente residual.
 - pruebas funcionales de los esquemas,
 - disparos y bloqueos,
 - arranque de 50FI,
 - alarmas locales y remotas,
 - interconexión con el equipo de registro,
 - función de localización de fallas,
 - operación de relevadores de reposición manual,
 - verificación de operación de los relevadores.
- ajuste y pruebas a la protección diferencial,
- ajuste y pruebas a la protección de respaldo,
- disparo de interruptores por señales de relevadores de protecciones.

Para la protección diferencial de barras

Se debe probar lo siguiente:

- pruebas de inyección a todos los circuitos de corriente,
- pruebas funcionales de los esquemas.
 - disparos y bloqueos,
 - arranque de 50FI,
 - alarmas locales y remotas,
 - interconexión con el equipo de registro,
 - operación de relevadores de reposición manual,
 - operación de relevadores auxiliares de cuchillas para imagen de bus.
- energización y faseo de corrientes y tensiones con carga,
- pruebas de disparo a interruptor por protecciones.

Para la protección de fallas con el interruptor

131210	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Se debe probar lo siguiente:

- pruebas de inyección primaria a los circuitos de corriente,
- pruebas funcionales de los esquemas.
 - disparo y bloqueo,
 - arranque de 50FI,
 - alarmas locales y remotas,
 - interconexión con el equipo de registro,
 - verificación de la función de redisparo,
 - verificación de la activación del disparo transferido directo.
- pruebas funcionales a la protección de falla de interruptor,
- disparo de interruptores por protección.

Para la protección de circuitos de distribución

Se debe probar lo siguiente:

- pruebas de inyección primaria a los circuitos de corriente,
- pruebas funcionales de los esquemas,
- disparos, bloqueos y alarmas locales y remotas,
- prueba(s) de inyección con corriente primaria para operación de protección de fase, neutro y verificación de las funciones de reposición y bloqueo de recierre,
- ajustes y pruebas a la protección,
- ajustes y pruebas al relevador de recierre,
- disparo de interruptor por protección.

Para los "DEI's" con funciones de medición, de registro de fallas, esquemas de verificación de sincronismo y sincronización automática, teleprotección y verificación de acceso a esquemas de protección, control y medición a través del control supervisorio.

Inspección de:

- datos de placa,
- montaje adecuado,
- conexiones de puesta a tierra de la estructura metálica de soporte,

131210	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- limpieza general,
- inspección visual de relevadores y accesorios auxiliares de control y medición,
- verificación del cableado interno de acuerdo al código de colores, calibre y clase del conductor utilizado,
- verificación de terminales a compresión y clase de terminales utilizadas,
- puertas y bisagras,
- tipos de tablillas y ductos,
- verificación general de conexiones (apriete de tornillería),
- verificación de los circuitos de corriente directa.

Para DEI's con funciones de medición.

Se debe verificar lo siguiente:

- verificación de la conexión de los transformadores de corriente (principales y auxiliares),
- verificación de la conexión de los transformadores de potencial,
- verificación de conexión del neutro de los circuitos de corriente y potencial a la barra de tierra y ésta a la red de tierra de la Subestación,
- verificación de los circuitos de corriente directa. (sí se requiere),
- interconexión del equipo de medición al control supervisorio,
- ajuste y verificación operativa de equipo de medición local y telemedición,
- ajuste y programación de medidores multifunción.

Se deben realizar las pruebas siguientes:

- prueba del cableado del tablero al equipo de campo y centros de carga,
- prueba de inyección primaria a todos los circuitos de corriente,
- pruebas de inyección de tensión en todos los circuitos de potencial.

Para DEI's con funciones de registro de fallas.

Se debe verificar lo siguiente:

- función de localización de fallas,
- alimentación de corriente directa,
- ajustes de programación,

131210	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- verificación de señales analógicas,
- verificación de señales digitales,
- verificación de la puesta a tierra del equipo,
- alambrados.

Se debe probar lo siguiente:

- pruebas de arranques digitales y por límites, de señales analógicas,
- Pruebas de comunicación local y remota para transmisión de registros.

Esquemas con “DEI’s” de verificación de sincronismo y sincronización automática.

Se debe verificar lo siguiente:

- alimentación de corriente directa,
- verificación del cableado de tablero al equipo de campo,
- calibración y ajustes,
- ajuste de magnitud, y deslizamiento angular,
- tipo de esquema (II-bd, Id-bl, II-bl),
- revisión de ménsula de sincronización.

Se debe probar lo siguiente:

- prueba de inyección secundaria de tensiones,
- verificación funcional de esquema,
- bloqueos de circuito de cierre,
- cierre automático.

c) Pruebas eléctricas y operativas

Se debe cumplir con las pruebas operativas como tablero integrado, indicadas en la especificación vigente de tableros SISCOPROMM, dentro de las cuales se considerará lo siguiente:

- comprobar los niveles de tensión de alimentación de corriente alterna y corriente directa,
- energizar y ajustar fuentes de alimentación,
- pruebas de señalización y control con equipo simulador punto por punto,
- inyectar corrientes y tensiones a los transformadores y verificar polaridad a la salida de los mismos,

131210	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- pruebas para comprobar la correcta señalización, ejecución de controles y mediciones desde el tablero hasta el equipo en campo a través del simulador,
- comprobar la conversión analógica/digital auxiliándose con una fuente de corriente y el simulador,
- interconexión de las señales de transmisión, recepción y todas las que sean necesarias entre el equipo de comunicaciones y el tablero SISCOPROMM,
- en coordinación con el personal de comunicaciones, verificar el acoplamiento de impedancias y ajustar niveles de transmisión y recepción,
- efectuar pruebas de enlace con la estación maestra en forma coordinada con el personal de control y comunicaciones desde la estación maestra
- en coordinación con el personal de control y protecciones, validar la base de datos de la estación maestra efectuando pruebas punto a punto para señalización, medición y control verificando que concuerde con el alambrado de campo y que los factores de escala de las mediciones correspondan a las relaciones de transformación (RTP, RTC), y a la calibración de los transductores.

Pruebas con la estación maestra:

- interconexión de las señales de transmisión, recepción y todas las que sean necesarias entre el equipo de comunicación y el de control,
- en coordinación con el personal de comunicaciones, verificar el acoplamiento de impedancias y ajustar niveles de transmisión y recepción,
- efectuar pruebas de enlaces, con la estación maestra en forma coordinada con el personal de control, comunicaciones y de programación de la estación maestra,
- en coordinación con el personal de control y protecciones, validar la base de datos de la estación maestra, efectuando pruebas punto a punto para señalización, medición y control, verificando que concuerde con el alambrado de campo y que los factores de escala de las mediciones correspondan a las relaciones de transformación (RTP, RTC).

d) Sistemas de comunicaciones para subestaciones.

d.1) Onda portadora por línea de alta tensión (OPLAT).

Información necesaria:

- diagrama esquemático del sistema y su equipamiento,
- manuales de operación y pruebas de los equipos,
- diagrama de transposiciones de la línea para ubicación del acoplamiento,
- planos de montaje e instalación,
- diagramas de alambrado,
- protocolo de pruebas del fabricante,

131210	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- instructivos y especificaciones técnicas del equipo de acoplamiento de línea (TPC, TO y filtros).

Verificar:

- datos de placa de los equipos,
- montaje adecuado de gabinetes y equipos,
- montaje adecuado del sistema de acoplamiento (TPC, TO y cable RF),
- alambrado del equipo y sus interconexiones,
- tipo y cantidad de módulos de acuerdo a listado de equipamiento,
- montaje adecuado del sistema de alimentación.

Pruebas eléctricas:

- medición de la respuesta en frecuencia del sistema de acoplamiento (TPC, TO y cable RF),
- medición de la tensión de alimentación,
- puesta a punto de los equipos de acuerdo al protocolo,
- programación de la central de conmutación,
- medición punto a punto de la respuesta de la línea, (35-500 =kHz),
- acoplamiento de los equipos a la impedancia de la línea,
- ajuste de los puntos de regulación de los receptores,
- prueba de cada servicio desde los equipos de los usuarios (protección, control supervisorio, voz).

d.2) Sistema Óptico

Información necesaria:

- diagrama esquemático,
- manuales de operación y puesta en servicio de los equipos,
- planos de montaje e instalación,
- diagrama de alambrado,
- protocolo de puesta en servicio,
- memoria de cálculo del proyecto,
- planos de trayectoria del cable óptico, mostrando deflexiones y ubicación de cajas de empalme.

131210	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Verificar:

- datos de placa de los equipos,
- colocación y revisión de nomenclatura adecuada al equipo,
- montaje adecuado de gabinetes y equipos,
- procedimiento de instalación del cable óptico,
- instalación adecuada de cable óptico, en la línea y en las subestaciones,
- realización de empalmes y medición de atenuación de cada empalme,
- alambrado del equipo y conexiones con otros,
- tipo y cantidad de módulos de acuerdo a listado de modelo y equipamiento,
- tipos de fibras y conectores ópticos, en "pig-tails" y caja de conexiones, manejo adecuado del sistema de alimentación.

Pruebas eléctricas:

- medición de la tensión de alimentación,
- medición de la atenuación total de cada fibra óptica (enlace),
- puesta a punto de acuerdo a protocolo, (óptico y eléctrico),
- verificación del promedio tasa de Bits erróneos (VER),
- prueba de cada servicio desde los equipos de los usuarios (protección, control supervisorio y voz).

d.3) Sistema VHF, UHF y Microondas

Información necesaria:

- diagrama esquemático del sistema y equipamiento,
- manuales de operación y puesta en servicio de los equipos,
- planos de montaje e instalación,
- diagramas de alambrado,
- protocolo de pruebas del fabricante,
- mapas de cobertura de estaciones de base, repetidores, móviles y portátiles VHF – FM,
- planos de canalización múltiple,
- perfiles topográficos del área de cobertura del sistema VHF,

131210	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- perfiles topográficos de enlaces para UHF y M.O.,
- certificado de homologación ante SCT de equipos VHF – FM, UHF y M.O.,
- cálculos de enlace para UHF y M.O.

Verificar:

- datos de placa de los equipos,
- colocación y revisión de nomenclatura adecuada al equipo,
- montaje adecuado de gabinetes y equipos,
- montaje adecuado de torre, antena, cable y accesorios,
- alambrado del equipo y conexiones con otros,
- tipo y cantidad de módulos de acuerdo a listado de modelo y equipamiento,
- montaje adecuado del sistema de alimentación.

Pruebas:

- medición de la tensión de alimentación,
- pruebas de acuerdo al protocolo del fabricante,
- pruebas de cada servicio desde los equipos de los usuarios (control supervisorio y voz),
- medición de campo recibido,
- medición de niveles de transmisión y recepción por cada servicio,
- nivel de fuente de alimentación,
- niveles de BER X 10⁻⁶ y BER X 10⁻³.

8.5.4 Tolerancias

Son las indicadas en la ficha bibliográfica [3] de este procedimiento.

8.5.5 Medición

Los trabajos se estiman por pieza.

8.6 Tablero de Servicios Propios

131210	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

8.6.1 Descripción

Esta actividad se refiere a los tableros de corriente alterna y corriente directa que se encuentran instalados en la caseta de control de las subestaciones de distribución. Para las pruebas, el Contratista debe entregar un juego de planos, diagrama e instructivos de los equipos mencionados.

8.6.2 Disposiciones

El Contratista es responsable de las pruebas a realizar a los tableros de corriente alterna y corriente directa, obligándose a reponer a enterasatisfacción de la CFE, todos los daños o pérdidas imputables al mismo.

La presentación del presupuesto se debe hacer por separado por cada tipo de tablero.

8.6.3 Ejecución

A partir de la información técnica el Contratista debe de realizar lo siguiente:

Inspección de:

- montaje adecuado,
- condiciones de su estado físico,
- verificación del alambrado y su resistencia de aislamiento,
- ajuste y calibración de los interruptores termomagnéticos,
- verificación de los interruptores termomagnéticos y selección de acuerdo a los circuitos que alimenten,
- verificación de equipo de medición,
- verificación de magnitud y secuencia de la tensión de alimentación,
- revisión de la alimentación al cargador de baterías.

Inspección y pruebas de:

- pruebas de aislamiento a las barras.

8.6.4 Tolerancias

Son las indicadas en la ficha bibliográfica [3] de este procedimiento.

8.6.5 Medición

Los trabajos se estiman por tablero.

8.7 Banco de Baterías y Cargadores

131210	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

8.7.1 Descripción

Consiste en realizar las pruebas al banco de baterías y cargadores que se encuentren instalados en la caseta de control, para la puesta en servicio de este equipo.

8.7.2 Disposiciones

El Contratista es responsable de las pruebas a realizar al banco de baterías y cargador, obligándose a reponer a entera satisfacción de la CFE, todos los daños o pérdidas imputables al mismo. En la presentación del presupuesto se deben analizar por separado las siguientes actividades por pieza que tenga la Subestación y se deben integrar a un solo precio unitario por banco de baterías y cargadores.

8.7.3 Ejecución

La realización de las pruebas se deben de hacer de acuerdo a lo descrito en la ficha bibliográfica [3] de este procedimiento.

Se debe verificar.

- datos de placa,
- montaje adecuado,
- condiciones del estado general del equipo (inspección visual),
- conexiones de puesta a tierra de la estructura metálica de soporte,
- reapriete de puentes entre celdas,
- limpieza general,
- interconexión de la batería al cargador y al tablero de corriente directa,
- revisión del equipo de detección de tierras del banco de baterías,
- verificación de la magnitud y del nivel de ruido de la tensión de corriente directa.

Pruebas eléctricas y operativas.

Banco de Baterías

- nivel de electrolito,
- densidad,
- tensión por celda y total,
- temperatura,
- pruebas de desconexión de corriente alterna para verificar alimentación a la carga,
- operación del control automático de repartición de cargas en bancos y cargadores (1 + 1) para comunicaciones,

131210	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- de impedancia interna de cada celda y total del banco,
- operación de cargador de baterías en cargas de flotación e igualación,
- alarmas.

8.7.4 Tolerancias

Son las indicadas en la ficha bibliográfica [3] de este procedimiento.

8.7.5 Medición

Se estima por tablero.

8.8 Banco de Capacitores

8.8.1 Descripción

Consiste en realizar las pruebas al banco de capacitores que se encuentren instalados en las Subestaciones de Distribución, para la puesta en servicio de este equipo.

8.8.2 Disposiciones

El Contratista es responsable de las pruebas a realizar al banco de capacitores, obligándose a reponer a enterasatisfacción de la CFE, todos los daños o pérdidas imputables al mismo. En la presentación del presupuesto se deben analizar por separado las siguientes actividades por pieza que tenga la Subestación y se deben integrar a un solo precio por banco de capacitores.

8.8.3 Ejecución

La realización de las pruebas se deben de acuerdo a lo descrito en la ficha bibliográfica [3] de este procedimiento.

Invariablemente los resultados deben reportarse en los formatos establecidos en la ficha bibliográfica [3] de este procedimiento, y deben ser atestiguadas por el residente de supervisión de la CFE.

Verificación de:

- datos de placa del banco y unidades, y de los equipos asociados (transformador de potencial, transformador de corriente, apartarrayos, cuchillas, aislamiento),
- correcto armado del banco,
- fusibles,
- control,
- cableado,
- conexión y puesta a tierra.

Pruebas:

131210	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- de acuerdo al procedimiento, para cada tipo de equipo que forma el banco (transformador de corriente, transformador de potencial, apartarrayos, entre otros),
- de control y operatividad de los equipos,
- de aislamiento a cada unidad banco,
- de capacitancia a cada unidad del banco.

8.8.4 Tolerancias

Son las indicadas en la ficha bibliográfica [3] de este procedimiento.

8.8.5 Medición

La unidad de medición será por pieza.

8.9 Cable de Potencia

8.9.1 Descripción

Consiste en realizar las pruebas al cable de potencia que se encuentren instalados en la Subestación de Distribución, para la puesta a punto de la misma.

8.9.2 Disposiciones

El Contratista es responsable de las pruebas a realizar a los cables de potencia y accesorios, obligándose a reponer a entera satisfacción de la CFE, todos los daños o pérdidas imputables al mismo. En la presentación del presupuesto se deben analizar por separado las siguientes actividades por metro de cable instalado que tenga la Subestación y se deben integrar a un solo precio por cable de potencia y accesorios.

8.9.3 Ejecución

La realización de las pruebas se deben de acuerdo a lo descrito en la ficha bibliográfica [3] de este procedimiento.

Invariablemente los resultados deben reportarse en los formatos establecidos en la ficha bibliográfica [3] de este procedimiento, y deben ser atestiguadas por el residente de supervisión de la CFE.

Verificar:

- terminales ambos extremos,
- puesta a tierra de pantallas y su conexión,
- montaje de terminales y curvaturas del cable,
- sujeción del cable,
- reserva en registros (cocas),
- aislamiento externo en buen estado,
- tamaño o designación de conductores de acuerdo a Bases de Proyecto.

Pruebas:

131210	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- resistencia de aislamiento,
- factor de potencia.

8.9.4 Tolerancias

Son las indicadas en la ficha bibliográfica [3] de este procedimiento.

8.9.5 Medición

Se estima por metro de cable probado para cada nivel de tensión diferente.

8.10 Tablero metálico blindado “Metal-Clad”

8.10.1 Descripción

Este procedimiento se aplica a los tableros metálicos blindados “Metal-Clad” o Metal “Enclosed”, utilizados en las Subestaciones de Distribución, para el armado y pruebas de puesta a punto, el Contratista debe entregar a la CFE un juego de los planos, diagramas e información técnica de los equipos y del tablero en general.

8.10.2 Disposiciones

El Contratista es responsable del traslado, montaje, ajustes y pruebas a los equipos y al tablero en general, conforme se indica en este procedimiento, obligándose a reparar a entera satisfacción de la CFE todos los daños o pérdidas imputables al mismo.

En la presentación del presupuesto, se debe desglosar por separado, las siguientes actividades para cada sección e integrándolo en un solo precio unitario.

- instalación y ensamble de cada una de las secciones,
- ajuste, calibración y pruebas de los equipos contenidos por cada tipo de sección,
- tendido, pruebas y conexión de cable de control, cableado y pruebas,
- pruebas de verificación operativa.

8.10.3 Ejecución

Las pruebas y verificaciones operativas deben ser conforme se indican en el libro de instrucciones y planos del fabricante, debiendo ser realizadas por personal especializado del Contratista.

Para la revisión de las pruebas, se debe considerar lo descrito en la ficha bibliográfica [3] de este procedimiento, en lo correspondiente a los interruptores de potencia, transformador de potencial, transformador de corriente, cuchillas seccionadoras, cortacircuitos fusibles de potencia, apartarrayos y aislamiento.

Invariablemente los resultados deben de reportarse en los formatos entregados por el residente de supervisión de la CFE, quien debe atestiguar la totalidad de las pruebas.

Las verificaciones a realizar son las siguientes:

131210	Rev										
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- datos de placa,
- colocación y revisión de nomenclatura asignada al equipo,
- montaje adecuado y verificación de su ajuste, conforme instructivo de fabricante,
- inspección visual de cada celda y de sus partes constitutivas, para verificar que no existan golpes o daños,
- conexiones primarias y de puesta a tierra,
- tornillería y limpieza,
- retiro de bloqueos mecánicos de transporte,
- presión de gas SF₆ (cuando aplique),
- operación de motores y compresores,
- verificación de conexiones internas y su interconexión al tablero de control,
- verificación de circuitos de alimentación de corriente directa y corriente alterna,
- verificación de los circuitos de cierre y apertura local y remota,
- revisión de conexiones de transformador de corriente, tipo boquilla o tipo barra,
- carga de accionamiento del resorte,
- presiones nominales para cierre local y remoto (cuando aplique),
- operación manual de emergencia,
- operación de señalización de cerrado / abierto,
- limpieza general,
- contador de operaciones,
- carrera del contacto móvil para interruptores en vacío (cuando aplique),
- alimentación de corriente alterna / corriente directa,
- verificación del sistema de calefacción,
- sellado de gabinetes,
- verificación general de conexiones (apriete de tornillería),
- ajuste de mecanismo,
- verificación de alarmas y bloqueos,

131210	Rev											
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- revisión de contactos auxiliares,
- verificación de identificación y correspondencia de terminales de cables de control, física con lista de cables.

Pruebas eléctricas y de operación a realizar:

- resistencia de aislamiento (5 kV),
- factor de potencia (10 kV),
- resistencia de contactos,
- Sincronismo y tiempos de operación al cierre y apertura
- bloqueos, alarmas y disparos por pérdidas de presión del sistema de interrupción y mecanismos, (cuando aplique),
- operación de antibombeo,
- prueba de aislamiento al cableado,
- revisión de fugas (cuando aplique),
- pruebas a boquillas y pasamuros,
- factor de potencia a boquillas (cuando se requiera),
- resistencia de aislamiento en motores,
- pruebas a transformador de corriente, de relación de transformación, polaridad, resistencia óhmica, saturación y carga "Burden",
- pruebas a transformador de potencial, de relación de transformación, polaridad, resistencia óhmica,
- operación de relevadores auxiliares,
- para el resto de equipos son las correspondientes indicadas en la ficha bibliográfica [3] de este procedimiento,
- verificar que en operación local no se inhiba el disparo de protecciones.

8.10.4 Tolerancias

Son las indicadas de acuerdo a lo descrito en la ficha bibliográfica [3] de este procedimiento.

8.10.5 Medición

Se considera como unidad terminada la pieza, considerando el desglose solicitado en el punto 8.10.2.

9 BIBLIOGRAFÍA

131210	Rev										
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- [1] **CFE CPCOC-05** Entrega de información de los proyectos de subestaciones y líneas de transmisión.
- [2] **CFE-CPCOC-06** Procedimiento para la entrega y recepción de subestaciones y líneas de transmisión.
- [3] **GOD-3531** Procedimiento de pruebas de campo para equipo primario de Subestaciones

Instructivos y manuales de los equipos instalados en la subestación.



ANEXO 1 – LISTA DE VERIFICACIÓN – TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Comisión Federal de Electricidad Subdirección de Distribución Coordinación de Distribución	Transformador de potencia
--	---------------------------

Subestación: _____ División: _____
 Marca: _____ No. de serie: _____
 Capacidad _____ MVA Tensión primaria _____ kV
 Tensión secundaria _____ kV
 Tensión terciario: _____ kV Fecha: _____

❖ Sistema de enfriamiento	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Sistema de preservación del aceite	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Arranque de ventiladores y bombas	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Alarma y disparo del relevador de flujo en cambiador de derivaciones	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Alarma y disparo por sobrettemperatura de aceite y devanados	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Alarma por bajo nivel de aceite	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Alarma y disparo por el cambiador de derivaciones	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Alarma y disparo del relevador Buchholz	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Alarma y disparo, válvula de sobrepresión	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>

Verificación de accesorios y protecciones:

❖ Revisión de conexiones de los transformadores de corriente tipo boquillas	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Sellado de gabinetes, cajas auxiliares de conexiones	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Verificación de equipo de calefacción en gabinetes	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Verificación general de conexiones (apriete de tornillería)	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Revisión de las conexiones de los accesorios (49,63,26Q)	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Revisión del relevador de imagen térmica	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Revisión de la operación de los relevadores de flujo, nivel a presión de gases o líquidos (buchholz) del tanque principal y del cambiador de derivaciones (cuando aplique)	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Verificación de operación del relevador de presión súbita	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Verificación de alarmas del equipo de preservación de aceite	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Verificación de operación de la válvula de sobrepresión	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

Enviar copias a: _____ Probado por: _____ Aprobó: _____

131210	Rev									
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ANEXO 2 – LISTA DE VERIFICACIÓN – INTERRUPTORES

Comisión Federal de Electricidad Subdirección de Distribución Coordinación de Distribución	Interruptores
--	---------------

Subestación _____ División _____
 Marca _____ No. de serie _____
 Tensión de control de cierre: _____ V
 Tensión de control de disparo _____ V
 Fecha _____
 Boquilla marca _____ Tipo _____

Interruptores de potencia

❖ Datos de placa	Si		No	
❖ Colocación y revisión de nomenclatura asignada al equipo	Si		No	
❖ Montaje adecuado y verificación de ajuste conforme instructivo	Si		No	
❖ Inspección visual de boquillas, porcelanas y gabinete de control verificando que no excitan golpes y daños	Si		No	
❖ Conexiones primarias y a tierra	Si		No	
❖ Tornillería y limpieza	Si		No	
❖ Retiro de bloques mecánicos de transporte	Si		No	
❖ Presión de gas SF ₆	Si		No	
❖ Operación de motores y compresores	Si		No	
❖ Carga de accionamiento del resorte	Si		No	
❖ Presiones nominales para cierre local y remoto	Si		No	
❖ Operación manual de emergencia	Si		No	
❖ Operación de señalización de cerrado / abierto	Si		No	
❖ Limpieza general	Si		No	
❖ Contador de operaciones	Si		No	
❖ Carrera del contador móvil para interruptores en vacío (cuando aplique)	Si		No	
❖ Alimentación de C.A. / C.D.	Si		No	
❖ Verificación del sistema de calefacción	Si		No	
❖ Sellado de gabinetes	Si		No	
❖ Verificación general de conexiones (apriete de tornillería)	Si		No	
❖ Presión nominal del aire (cuando aplique)	Si		No	
❖ Revisión que no haya fugas	Si		No	
❖ Ajuste de mecanismo	Si		No	
❖ Verificación de alarmas y bloqueos	Si		No	
❖ Ajustes de resortes de acuerdo al manual de operación del interruptor (cuando aplique)	Si		No	
❖ Verificación de identificación y correspondencia de terminales de control, de la instalación física con lista de cables	Si		No	

Comisión Federal de Electricidad Subdirección de Distribución Coordinación de Distribución	Interruptores
--	---------------

❖ Verificación de conexiones internas e interconexión al tablero de control	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Verificación de circuitos de alimentación de corriente alterna y corriente directa.	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Verificación de los circuitos de cierre y apertura local y remota		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
❖ Verificación de transformadores de corriente tipo boquilla	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Verificación de alarmas y bloqueo	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Revisión de contactos auxiliares	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Verificar que en operación local no se inhíba el disparo de protecciones	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

Enviar copias a: _____ Probado por: _____ Aprobó: _____ Hoja No. _____



131210	Rev										
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ANEXO 3 LISTA DE VERIFICACIÓN – SISTEMA DE PROTECCIÓN

Comisión Federal de Electricidad Subdirección de Distribución Coordinación de Distribución	Verificación del sistema de protección
--	--

Subestación _____ División _____
 Marca _____ No. de serie _____
 Fecha _____
 Tensión de control de disparo _____ V Tipo _____

Verificación del sistema de protección

Líneas de subtransmisión, transformador de potencial, diferencial de barras, fallas de interruptor, circuitos de distribución, diferencial de línea.

❖ Datos de placa	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Condiciones generales de equipo (Inspección visual)	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Montaje adecuado	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Capacidad y configuración del equipo de acuerdo a lo especificado	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Revisión de diagramas esquemáticos de protección y control	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Verificación y prueba del cableado del tablero al campo y centros de carga	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Verificación de la instalación adecuada de conexiones	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Verificación de alimentación de C.A. y C.D.	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Verificación de los circuitos de C.D.	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Verificación de conexión del neutro de los circuitos del transformador de corriente y potencial a la barra de tierra y está a la red de tierra de la subestación	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Verificación de la conexión de los transformadores de corriente (principales y auxiliares)	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Ajuste y verificación de los DEI's	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Verificación de sellado hermético de esquema	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Verificación de autodiagnóstico	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Verificación de conmutadores de control y medición	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Alarmas locales y remotas	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Verificación de disparos de interruptores por operación de protección	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>

Observaciones: _____

Enviar copias a: _____ Probado por: _____ Aprobó: _____ Hoja No. _____

131210	Rev									
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ANEXO 4 – LISTA DE VERIFICACIÓN – DEI’S

Comisión Federal de Electricidad Subdirección de Distribución Coordinación de Distribución	Verificación de DEI’s
--	-----------------------

Subestación _____ División _____
 Marca _____ No. de serie _____
 Tipo de esquema _____ Fecha _____

Verificación de de DEI’s de medición con función de registro de falla y sincronización

❖ Verificación de las conexión de los transformadores de potencial	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Verificación de conexión del neutro de los circuitos de corriente y potencial a la barra de tierra y está a la red de tierra de la subestación	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Verificación de los circuitos de corriente directa (si se requiere)	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Interconexión del equipo de medición al control supervisorio	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Ajuste y verificación operativa de equipos de medición local y telemedición	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Ajuste y programación de medidores multifunción	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>

DEI’s con función de registro de fallas

❖ Función de localización de fallas	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Alimentación de corriente directa	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Ajuste de programación	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Verificación de señales analógicas	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Verificación de señales digitales	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Verificación de puesta a tierra de equipo	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Alambrados	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>

DEI’s con función de sincronismo y sincronización automática

❖ Alimentación de corriente directa	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Verificación del cableado de tablero al equipo de campo	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Calibración y ajustes	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Ajuste de magnitud y deslizamiento angular	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Tipo de esquema (II BD, ID-BI, II-BI)	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Revisión de ménsula de sincronización	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

Enviar copias a: _____ Probado por: _____ Aprobó: _____ Hoja No. _____

131210	Rev									
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Comisión Federal de Electricidad
Subdirección de Distribución
Coordinación de Distribución

Verificación de DEI's

Subestación _____

División _____

Marca _____

No. de serie _____

Tipo de esquema _____

Fecha _____

Verificación del sistema de comunicaciones para subestaciones

- | | | | | |
|--|----|--------------------------|----|--------------------------|
| ❖ Datos de placa de los equipos | Si | <input type="checkbox"/> | No | <input type="checkbox"/> |
| ❖ Montaje adecuado de gabinetes y equipos | Si | <input type="checkbox"/> | No | <input type="checkbox"/> |
| ❖ Montaje adecuado de gabinetes y equipos | Si | <input type="checkbox"/> | No | <input type="checkbox"/> |
| ❖ Montaje adecuado del sistema de acoplamiento (TPC. TO.UAC. cable RF) | Si | <input type="checkbox"/> | No | <input type="checkbox"/> |
| ❖ Alambrado del equipo y sus interconexiones | Si | <input type="checkbox"/> | No | <input type="checkbox"/> |
| ❖ Tipo y cantidad de módulos de acuerdo a listado de equipo | Si | <input type="checkbox"/> | No | <input type="checkbox"/> |
| ❖ Montaje adecuado del sistema de alimentación | Si | <input type="checkbox"/> | No | <input type="checkbox"/> |

Sistema óptico

- | | | | | |
|--|----|--------------------------|----|--------------------------|
| ❖ Datos de placa de los equipos | Si | <input type="checkbox"/> | No | <input type="checkbox"/> |
| ❖ Colocación y revisión de nomenclatura adecuada al equipo | Si | <input type="checkbox"/> | No | <input type="checkbox"/> |
| ❖ Montaje adecuado de gabinetes y equipos | Si | <input type="checkbox"/> | No | <input type="checkbox"/> |
| ❖ Procedimiento de instalación del cable óptico | Si | <input type="checkbox"/> | No | <input type="checkbox"/> |
| ❖ Instalación adecuada de cable óptico, en la línea y en la subestación | Si | <input type="checkbox"/> | No | <input type="checkbox"/> |
| ❖ Realización de empalmes y medición de atenuación de cada empalme | Si | <input type="checkbox"/> | No | <input type="checkbox"/> |
| ❖ Alambrado del equipo y conexiones con otros | Si | <input type="checkbox"/> | No | <input type="checkbox"/> |
| ❖ Tipo y cantidad de módulos de acuerdo al listado del modelo | Si | <input type="checkbox"/> | No | <input type="checkbox"/> |
| ❖ Tipos de fibras y conectores ópticos, en "PIG-TAILS" y caja de conexiones, manejo adecuado del sistema de alimentación | Si | <input type="checkbox"/> | No | <input type="checkbox"/> |

Sistema VHF, UHF y microondas

- | | | | | |
|--|----|--------------------------|----|--------------------------|
| ❖ Diagrama esquemático del sistema y equipamiento | Si | <input type="checkbox"/> | No | <input type="checkbox"/> |
| ❖ Colocación y revisión de nomenclatura adecuada al equipo | Si | <input type="checkbox"/> | No | <input type="checkbox"/> |
| ❖ Montaje adecuado de gabinetes y equipos | Si | <input type="checkbox"/> | No | <input type="checkbox"/> |
| ❖ Montaje adecuado de torre, antena, cable y accesorios | Si | <input type="checkbox"/> | No | <input type="checkbox"/> |
| ❖ Alambrado de equipo y conexiones con otros | Si | <input type="checkbox"/> | No | <input type="checkbox"/> |
| ❖ Tipo y cantidad de módulos de acuerdo a listado de modelo y equipamiento | Si | <input type="checkbox"/> | No | <input type="checkbox"/> |
| ❖ Montaje adecuado del sistema de alimentación | Si | <input type="checkbox"/> | No | <input type="checkbox"/> |

Observaciones:

Enviar copias a: _____ Probado por: _____ Aprobó: _____ Hoja No. _____

131210	Rev										
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ANEXO 5 – LISTA DE VERIFICACIÓN – TABLERO DE SERVICIOS PROPIOS Y BANCO DE BATERÍAS

Comisión Federal de Electricidad Subdirección de Distribución Coordinación de Distribución	Tablero de servicios propios y banco de baterías
--	--

Subestación _____ División _____
 No. de serie _____ Fecha _____
 Cuchillas del circuito o equipo No. _____ Marca: _____
 Tensión nominal _____ V Tipo _____

Verificación de tableros de servicios propios

❖ Montaje adecuado	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Condiciones de su estado físico	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Verificación de su alambrado y resistencia de aislamiento	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Ajuste y calibración de los interruptores termomagnéticos	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Verificación de los interruptores termomagnéticos y su selección adecuada de acuerdo a los circuitos que alimentan	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Verificación de equipo de medición	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Verificación de magnitud y secuencia de la tensión de alimentación	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Revisión de la alimentación al cargador de la baterías	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>

Verificación de banco de baterías y cargadores

❖ Datos de placa	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Montaje adecuado	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Condiciones del estado general del equipo (inspección visual)	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Conexiones de puesta a tierra de la estructura metálica de soporte	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Reapriete de puentes entre celdas	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Limpieza general	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Interconexión de la batería al cargador y al tablero de corriente directa	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Revisión del equipo de detección de falla a tierra del banco de baterías	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖ Verificación de la magnitud y del nivel de ruido de la tensión directa	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

Enviar copias a: _____ Probado por: _____ Aprobó: _____ Hoja No. _____

131210	Rev									
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ANEXO 6 – LISTA DE VERIFICACIÓN – TABLERO METÁLICO BLINDADO “METAL-CLAD”

Comisión Federal de Electricidad Subdirección de Distribución Coordinación de Distribución	Tablero metálico blindado “Metal-Clad”
--	---

Subestación _____	División _____
Marca _____	No. de serie _____
Tensión de control de cierre: _____ V	Fecha _____
Tensión de control de disparo _____ V	Tipo _____
Boquilla marca _____	

Verificación de tablero metálico blindado “Metal-Clad”

❖	Datos de placa	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖	Colocación y revisión de nomenclatura asignada al equipo	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖	Montaje adecuado y verificación de su ajuste conforme a instructivo de fabricante	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖	Inspección visual de cada celda y de sus partes constitutivas, para verificar que no existan golpes o daños	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖	Conexiones primarias y de puesta a tierra	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖	Tornillería y limpieza	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖	Retiro de bloqueos mecánicos de transporte	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖	Presión de gas SF ₆ (cuando aplique)	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖	Operación de motores y compresores	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖	Verificación de conexiones internas y su interconexión al tablero de control	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖	Verificación de los circuitos de alimentación de corriente directa y corriente alterna	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖	Verificación de los circuitos de cierre y apertura local y remota	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖	Revisión de conexión de transformadores de corriente tipo boquilla o tipo barra	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖	Cargador de accionamiento del resorte	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖	Presiones nominales para cierre local y remoto (cuando aplique)	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖	Operación manual de emergencia	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖	Operación de señalización de cerrado / abierto	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖	Limpieza general	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖	Contador de operaciones	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖	Carrera del contacto móvil para interruptores en vacío (cuando aplique)	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖	Verificación del sistema de calefacción	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖	Sellado de gabinetes	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖	Verificación general de conexiones (apriete de tornillería)	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖	Verificación de alarmas y bloqueos	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖	Revisión de contactos auxiliares	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
❖	Verificación de identificación y correspondencia de terminales de cables de control de la instalación física con lista de cables	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

Enviar copias a: _____ Probado por: _____ Aprobó: _____ Hoja No. _____

131210	Rev									
--------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--