

COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD



**TABLEROS METÁLICOS BLINDADOS TIPO "METAL-CLAD"
PARA TENSIONES NOMINALES DE 15 kV A 38 kV**

NRF-030-2004

PREFACIO

Esta **norma de referencia** ha sido elaborada de acuerdo a las Reglas de Operación del Comité de Normalización de CFE (**CONORCFE**), habiendo participado en la aprobación de la misma las áreas de CFE y organismos miembros del **CONORCFE**, indicados a continuación:

Asociación de Normalización y Certificación

Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas

Colegio de Ingenieros Mecánicos y Electricistas

Dirección General de Normas

Gerencia de Abastecimientos de CFE

Instituto de Investigaciones Eléctricas

Subdirección del Centro Nacional de Control de Energía de CFE

Subdirección de Construcción de CFE

Subdirección de Distribución de CFE

Subdirección de Generación de CFE

Subdirección Técnica de CFE

Subdirección de Transmisión de CFE

Universidad Nacional Autónoma de México



La presente **norma de referencia** será actualizada y revisada tomando como base las observaciones que se deriven de la aplicación de la misma, en el ámbito de CFE. Dichas observaciones deben enviarse a la Gerencia de LAPEM, quien por medio de su Departamento de Normalización y Metrología, coordinará la revisión.

Esta **norma de referencia** revisa y sustituye a los documentos normalizados CFE, relacionados con los tableros metálicos blindados tipo “metal clad” para tensiones nominales de 15 kV a 38 kV (CFE V6000-39), que se hayan publicado.

La entrada en vigor de esta **norma de referencia** será 60 días después de la publicación de su declaratoria de vigencia en el Diario Oficial de la Federación.

Nota: Esta norma de referencia es vigente desde el 27 de abril del 2005.

C O N T E N I D O

1	OBJETIVO	1
2	CAMPO DE APLICACIÓN	1
3	REFERENCIAS	1
4	DEFINICIONES	1
4.1	Sección Metálica Blindada	1
4.2	Celda	1
4.3	Características Asignadas	1
4.4	Tablero Metálico Blindado, Tipo “Metal-Clad”	1
4.5	Grados de Protección	1
4.6	Transformadores de Corriente	1
5	CONDICIONES DE OPERACIÓN	1
5.1	Temperatura Ambiente	1
5.2	Altitud de Operación	1
5.3	Tipo de Servicio	2
6	CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES GENERALES	2
6.1	Número de Fases	2
6.2	Frecuencia Nominal	2
6.3	Conexión a Tierra del Sistema	2
6.4	Corriente Nominal	2
6.5	Corriente de Corta Duración	2
6.6	Elevación de Temperatura	2
6.7	Tensión Nominal, Niveles de Aislamiento y Valores de Pruebas Dieléctricas	2
7	SECCIONES TIPO QUE CONFORMAN EL TABLERO	3
7.1	Sección de Interruptor de Banco	3
7.2	Sección de Interruptor de Enlace de Barras	3
7.3	Sección Interruptor de Alimentador	3
7.4	Sección de Protección en Alta Tensión para Transformador de Servicios Propios	4
7.5	Celda de Transformadores de Potencial	4

7.6	Sección de Interruptor de Banco de Capacitores _____	5
7.7	Celda de Control y Fuerza _____	5
7.8	Partes o Elementos Comunes en las Secciones _____	6
8	ASIGNACIÓN DEL GRADO DE PROTECCIÓN Y SOPORTE A LA FALLA POR ARCO INTERNO _____	6
8.1	Grado de Protección Contra Aproximación a las Partes Vivas y Partes en Movimiento _____	6
8.2	Protección Contra Falla Interna _____	6
9	CARACTERÍSTICAS DE FABRICACIÓN _____	6
9.1	Material _____	6
9.2	Puertas, Ventanas y Cubiertas _____	6
9.3	Ventilas y Compuertas _____	6
9.4	Barreras Protectoras y Cortinas Metálicas _____	7
9.5	Celda de Cables de Potencia _____	7
9.6	Barras Colectoras y en Derivación _____	7
9.7	Aislamientos _____	7
9.8	Barras de Conexión a Tierra _____	7
9.9	Alimentación de Auxiliares _____	7
9.10	Alambrado de Control y del Equipo Auxiliar _____	7
9.11	Conductores _____	8
9.12	Terminales _____	8
9.13	Tablillas Terminales de Control _____	8
9.14	Entrada al Tablero de los Cables de Control _____	8
9.15	Bloqueos _____	8
9.16	Lámparas Indicadoras _____	9
9.17	Recubrimiento _____	9
9.18	Placas de Identificación _____	9
10	CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS Y COMPONENTES PRINCIPALES DEL TABLERO _____	11
10.1	Interruptores de Potencia _____	11
10.2	Características de Instrumento _____	13
10.3	Apartarrayos _____	14

10.4	Fusibles de Potencia _____	14
10.5	Cuchilla Seccionadora _____	15
11	EMPAQUE Y EMBARQUE _____	15
12	CONTROL DE CALIDAD _____	16
12.1	Pruebas de Prototipo _____	16
12.2	Pruebas de Rutina _____	16
12.3	Pruebas de Aceptación _____	17
12.4	Otras Pruebas _____	17
13	PARTES DE REPUESTO Y HERRAMIENTAS ESPECIALES _____	17
13.1	Partes de Repuesto Requeridas por CFE _____	17
13.2	Partes de Repuesto Recomendadas por el Proveedor _____	18
13.3	Herramientas Especiales _____	18
13.4	Otras Herramientas Especiales Recomendadas por el Proveedor _____	18
14	INFORMACIÓN REQUERIDA _____	18
14.1	Con la Propuesta _____	18
14.2	Después de la Formalización del Contrato _____	19
15	SUPERVISIÓN DE MONTAJE, PUESTA EN SERVICIO Y CAPACITACIÓN _____	19
16	CARACTERÍSTICAS ASIGNADAS _____	19
17	CARACTERÍSTICAS PARTICULARES _____	20
18	EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD _____	20
19	BIBLIOGRAFÍA _____	20
20	CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES _____	20
APÉNDICE A (Normativo)	CARACTERÍSTICAS ASIGNADAS _____	28
APÉNDICE B (Normativo)	CUESTIONARIO TÉCNICO _____	30
APÉNDICE C (Informativo)	_____	21
APÉNDICE D (Informativo)	_____	22
APÉNDICE E	_____	23

**TABLEROS METÁLICOS BLINDADOS TIPO “METAL-CLAD”
PARA TENSIONES NOMINALES DE 15 kV A 38 kV**

**NORMA DE REFERENCIA
NRF-030-CFE**

(Informativo)		
APÉNDICE F (Informativo)	_____	24
APÉNDICE G (Informativo)	_____	25
APÉNDICE H (Informativo)	_____	26
APÉNDICE I (Informativo)	_____	27
APÉNDICE J (Informativo)	CARACTERÍSTICAS PARTICULARES _____	27
TABLA 1	Valores de corriente _____	2
TABLA 2	Tensiones nominales, niveles de aislamiento y valores de pruebas dieléctricas _____	3
TABLA 3	Características de los transformadores de corriente _____	13
TABLA 4	Características de transformadores de potencial _____	14
TABLA 5	Características de los apartarrayos _____	14
TABLA 6	Características de los fusibles de potencia para los transformadores de servicios propios _____	15
TABLA 7	Características de las cuchillas seccionadoras que se integran en el tablero blindado _____	15
TABLA 8	Información requerida después de la colocación de la orden _____	19
FIGURA 1	Diagrama unifilar de la sección de interruptor de banco _____	3
FIGURA 2	Diagrama unifilar de la sección de interruptor de amarre de barras _____	3
FIGURA 3	Diagrama unifilar de la sección de interruptor de alimentador _____	4
FIGURA 4	Diagrama unifilar de la protección en AT del transformador de servicios propios _____	4
FIGURA 5	Diagrama unifilar de la celda de transformadores de potencial _____	5
FIGURA 6	Diagrama unifilar de la sección de interruptor de banco de capacitores _____	5

1 OBJETIVO

Esta norma de referencia tiene por objeto establecer las características técnicas y de aseguramiento de calidad, incluyendo los requerimientos de fabricación, que deben cumplir los tableros metálicos blindados tipo “Metal-Clad”.

2 CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma de referencia se aplica en tableros con tensiones nominales de 15 kV a 38 kV, 60 Hz para servicio interior, que utiliza la Comisión Federal de Electricidad (CFE) en los sistemas de distribución de energía eléctrica.

3 REFERENCIAS

Para la correcta utilización de esta norma de referencia, es necesario consultar y aplicar las Normas Oficiales Mexicanas, Normas Mexicanas y Normas de Referencia siguientes o las que las sustituyan:

NOM-008-SCFI-2002; Sistema General de Unidades de Medida.

NMX-J-438-ANCE-1995; Productos Eléctricos-Conductores-Cables con Aislamiento de Policloruro de Vinilo 75°C para Alambrado de Tableros – Especificaciones.

NRF-001-CFE-2001; Empaque, Embalaje, Embarque, Transporte, Descarga, Recepción y Almacenamiento de Bienes Muebles Adquiridos por CFE.

NRF-003-CFE-2001; Apartarrayos de Óxidos Metálicos para Subestaciones.

4 DEFINICIONES

Las definiciones aplicables a esta norma de referencia son las contenidas en la norma descrita en el Apéndice C, así como las siguientes:

4.1 Sección Metálica Blindada

Gabinete metálico cerrado, unitario autosoportado, formado por celdas metálicas independientes que contienen en su interior los equipos de conexión en combinación con los dispositivos de control, medición, protección asociados, así como los conjuntos de tales dispositivos con las conexiones, accesorios, envolventes y soportes correspondientes necesarios para cumplir su función operativa individual.

4.2 Celda

Parte de una sección con envolvente metálica que se encuentra totalmente cerrada, salvo las aberturas necesarias para la interconexión, el control, secundarios de transformadores de instrumento o la ventilación.

NOTAS:

- 1) Las aberturas necesarias para interconexión entre celdas se cierran con pasamuros.
- 2) Las celdas de barras deben estar compartimentadas por sección.

4.3 Características Asignadas

Son características electromecánicas seleccionadas para cada tablero, contenidas en este documento. El usuario las debe indicar en el Apéndice A de esta norma de referencia.

4.4 Tablero Metálico Blindado, Tipo “Metal - Clad”

Conjunto formado por varias secciones metálicas blindadas, firmemente ensambladas, autosoportadas y con divisiones metálicas solidamente aterrizadas.

4.5 Grados de Protección

Es el grado de protección que proporciona el tablero tipo “Metal-Clad” para proteger a las personas contra el contacto o aproximación a partes vivas o partes móviles del interior del mismo y para proteger el equipo contra ingreso de cuerpos sólidos.

4.6 Transformadores de Corriente

a) Tipo ventana, es aquel que tiene su devanado secundario aislado, permanentemente ensamblado al núcleo pero que no tiene devanado primario como parte integrante de su estructura.

El nivel de aislamiento está provisto por una capa de aislamiento en la ventana a través de la cual pasa el conductor de la línea para que este sea el devanado primario.

b) Tipo “bushing”, también conocido como tipo dona, el cual está provisto de un aislamiento clase 600 V. a través del cual pasa el conductor aislado y que representa el devanado primario a la clase de aislamiento del tablero.

c) Tipo barra, es aquel que tiene integrado un conductor central aislado en forma de barra o tubo el cual es el devanado primario que pasa a través del circuito magnético y que está ensamblado junto con el secundario núcleo y devanados.

5 CONDICIONES DE OPERACIÓN

5.1 Temperatura Ambiente

Los tableros metálicos blindados y su equipamiento debe diseñarse para operar a una temperatura ambiente entre - 5 y + 40 °C.

5.2 Altitud de Operación

Los tableros objeto de esta norma de referencia deben ser diseñados para operar satisfactoriamente bajo condiciones normales de operación hasta una altura de 1 000 m s.n.m. tal como lo indica la cláusula 2 de la norma descrita en el Apéndice D.

5.3 Tipo de Servicio

Los tableros metálicos blindados con su equipamiento, son para operar en condiciones normales, instalación al interior y servicio continuo.

En las **Características Particulares** se debe indicar el caso en que los tableros se requieran para condiciones especiales de servicio, tales como: ambientes explosivos o inflamables, de alta contaminación salina o industrial, vibraciones, climas con alta humedad y alta temperatura.

6 CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES GENERALES

El tablero metálico blindado debe cumplir la norma descrita en el Apéndice C y el equipamiento del mismo con las normas indicadas en esta norma de referencia.

Es responsabilidad del fabricante el aseguramiento de la calidad de todos los componentes que integran el tablero.

6.1 Número de Fases

Los tableros cubiertos por esta norma de referencia son trifásicos.

6.2 Frecuencia Nominal

La frecuencia nominal es de 60 Hz.

6.3 Conexión a Tierra del Sistema

Los sistemas de la CFE para los cuales se diseñan los tableros aquí especificados son con neutro sólidamente conectado a tierra.

6.4 Corriente Nominal

Es la corriente en valor eficaz que las barras colectoras generales, las barras derivadas y los equipos de cada sección del tablero son capaces de conducir continuamente, a la frecuencia nominal, sin sufrir deterioro y sin exceder los límites de elevación de temperatura establecidos en la norma descrita en el Apéndice D.

La corriente nominal de los tableros metálicos blindados se indica en las **Características Asignadas** y se seleccionará de los valores indicados en la tabla 1 de esta norma de referencia.

Las secciones transversales de las barras en derivación que se conectan a los interruptores deben ser iguales o mayores a la sección transversal correspondiente a la corriente nominal del interruptor.

TABLA 1 - Valores de corriente

Tensión nominal (kV)	Corriente nominal (A)	Corriente nominal de corto circuito (kA)
15	1 250 ⁽¹⁾ 2 000	25; 31,5 y 40
25,8 ⁽²⁾	1 250	25 y 31,5
38	1 250	25 y 31,5

NOTA: 1.- Se acepta el valor de corriente de 1 200 A que cumplan con los valores de sobre-elevación de temperatura normalizados, indicado en la norma descrita en el Apéndice C.
2.- Se aceptan los tableros de tensión nominal 24 kV que cumplan los valores de pruebas dieléctricas indicadas en la tabla 2.

6.5 Corriente de Corta Duración

Es la corriente nominal de corto circuito (valor eficaz) que el tablero con todo su equipamiento involucrado es capaz de conducir durante 2 s sin sufrir daños, cumpliendo con lo indicado en la norma descrita en el Apéndice D.

6.5.1 Corriente de Pico

El valor de esta corriente es igual a 2,6 veces el valor eficaz de la corriente nominal de cortocircuito.

La corriente nominal de cortocircuito se indica en **Características Asignadas** y se selecciona de los valores indicados en la tabla 1 de esta norma de referencia.

6.6 Elevación de Temperatura

Los límites de elevación de temperatura del equipamiento son los indicados en la norma descrita en el Apéndice D correspondientes a dichos equipos.

6.7 Tensión Nominal, Niveles de Aislamiento y Valores de Pruebas Dieléctricas

La tensión nominal del tablero blindado y su equipamiento, así como los niveles de aislamiento y valores de pruebas dieléctricas se indican en la tabla 2 de esta norma de referencia. Su valor se indica en las **Características Asignadas** descritas en el Apéndice A.

TABLA - 2 Tensiones nominales, niveles de aislamiento y valores de pruebas dieléctricas

Tensión nominal (kV)	Valores de prueba	
	Tensión de aguante a 60 Hz (kV)	Nivel básico de aislamiento al impulso (kV)
15	35	95
25,8	50	125
38	70	170

7 SECCIONES TIPO QUE CONFORMAN EL TABLERO

Cada tablero metálico blindado esta formado por secciones de acuerdo a planos aprobados por la CFE, basados en el diagrama unifilar de la subestación y el diagrama unifilar correspondiente al tipo de sección. Cuando el o los diagramas unifilares, difieran del diagrama típico, se consideraran como caso especial y se indicará en las **Características Particulares**.

A continuación se indican las diferentes secciones tipo:

7.1 Sección de Interruptor de Banco

Esta sección se indica en la figura 1 e incluye lo siguiente:

- a) Interruptor tipo removible.
- b) Dos transformadores de corriente por fase; un transformador de corriente con un secundario para protección y el otro con los dos secundarios para protección, los cuales deben ser tipo ventana o tipo barra, se acepta el uso de transformadores de corriente tipo "bushing" incorporados a través de un pasamuro, siempre y cuando se cumpla con el nivel de aislamiento nominal requerido por el tablero, (no se acepta que estos sean instalados en los cables de potencia), alojados en la celda de cables de la llegada del transformador de potencia, de acuerdo con los valores establecidos en la tabla 3, de donde se seleccionan para indicarlos en las **Características Asignadas** del Apéndice A. En caso de requerirse devanados secundarios extras se debe indicar en las **Características Particulares**.
- c) Equipamiento necesario para su función operativa, de acuerdo a los planos aprobados.

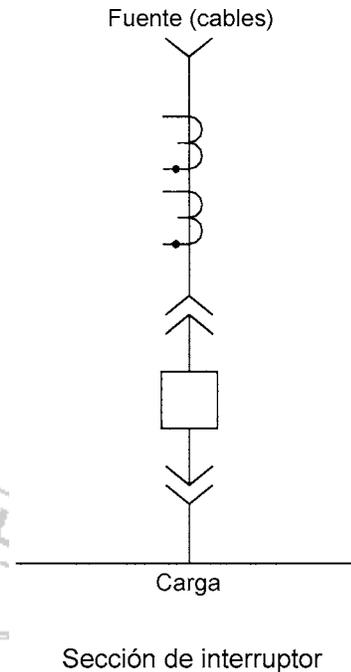


FIGURA 1 - Diagrama unifilar de la sección de interruptor de banco

7.2 Sección de Interruptor de Enlace de Barras

Esta sección se indica en la figura 2 e incluye lo siguiente:

- a) Interruptor tipo removible con las mismas características del interruptor de banco.
- b) Equipamiento necesario para su función operativa, de acuerdo a los planos aprobados.

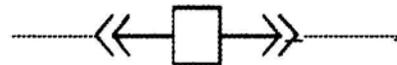


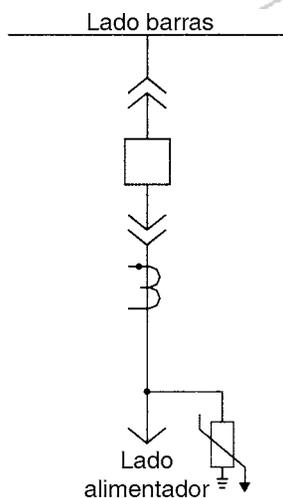
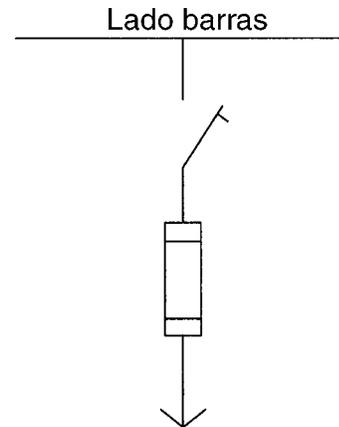
FIGURA 2 - Diagrama unifilar de la sección de interruptor de enlace de barras

7.3 Sección Interruptor de Alimentador

Esta sección se indica en la figura 3 e incluye lo siguiente:

- a) Interruptor tipo removible.

- b) Tres apartarrayos clase II de acuerdo a lo indicado en la tabla 5 y con la tensión nominal del tablero blindado.
- c) Un transformador de corriente por fase; con dos devanados secundarios independientes, un secundario para medición y uno para protección, el cual debe ser tipo ventana o tipo barra, se acepta el uso de transformadores de corriente tipo "Bushing" incorporados a través de un pasamuro, siempre y cuando se cumpla con el nivel de aislamiento nominal requerido por el tablero (no se acepta que estos sean instalados en los cables de potencia), alojados en la celda de cables a la salida del alimentador, de acuerdo con los valores establecidos en la tabla 3, de donde se seleccionan para indicarlos en las **Características Asignadas** del Apéndice A.
- d) Equipamiento necesario para su función operativa, de acuerdo con los planos aprobados.



Sección de interruptor de alimentador

FIGURA 3 - Diagrama unifilar de la sección de interruptor de alimentador

7.4 Sección de Protección en Alta Tensión para Transformador de Servicios Propios

Esta sección se indica en la figura 4 e incluye lo siguiente:

- a) Cuchilla desconectadora tripolar de operación con carga, con fusibles de potencia integrados, de acuerdo con las características indicadas en las tablas 6 y 7. Los valores requeridos se indican en las **Características Asignadas** del Apéndice A.

Protección en alta tensión para transformador de servicios propios

FIGURA 4 - Diagrama unifilar de la protección en AT del transformador de servicios propios

- b) Equipamiento necesario para su función operativa de acuerdo a los planos aprobados.

7.5 Celda de Transformadores de Potencial

Esta celda se indica en la figura 5 e incluye lo siguiente:

- a) Fusibles de potencia de acuerdo con el tipo de transformador de potencial.
- b) Tres transformadores de potencial montados en un dispositivo extraíble, alojados en una celda de acuerdo con los valores indicados en la tabla 4.
- c) Equipamiento necesario para su función operativa, de acuerdo a los planos aprobados.
- d) Esta celda de transformadores de potencial debe ser colocada en alguna de las secciones del tablero.

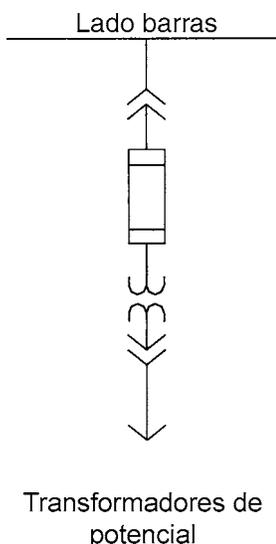


FIGURA 5 - Diagrama unifilar de la celda de transformadores de potencial

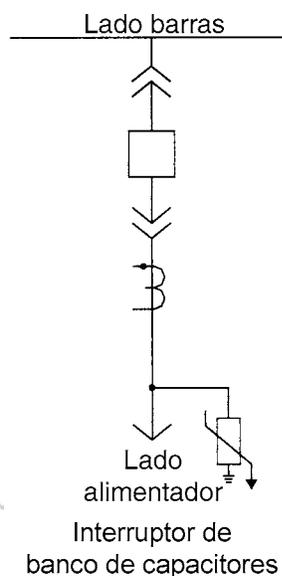


FIGURA 6 - Diagrama unifilar de la sección de interruptor de banco de capacitores

7.6 Sección de Interruptor de Banco de Capacitores

Esta sección es similar a la sección de alimentador. Esta sección se indica en la figura 6 e incluye lo siguiente:

- a) Interruptor para conectar y desconectar bancos de capacitores.
- b) Un transformador de corriente por fase; con dos devanados secundarios independientes, un secundario para medición y uno para protección, el cual debe ser tipo ventana o tipo barra, se acepta el uso de transformadores de corriente tipo "bushing" incorporados a través de un pasamuro, siempre y cuando se cumpla con el nivel de aislamiento nominal requerido por el tablero (no se acepta que estos sean instalados en los cables de potencia), alojados en la celda de cables a la salida del alimentador, de acuerdo con los valores establecidos en la tabla 3, de donde se seleccionan para indicarlos en las **Características Asignadas** del Apéndice A.
- c) Tres apartarrayos clase II de acuerdo a lo indicado en la tabla 5 de esta norma de referencia y a la tensión nominal del tablero blindado.
- d) Equipamiento necesario para su función operativa, de acuerdo a los planos aprobados.

7.7 Celda de control y fuerza

Todas las secciones del tablero metálico deben contar con su celda de control y fuerza, además con lo siguiente donde aplique.

- a) Tablillas terminales para alambrado de control, fuerza, protección, medición y control supervisorio, propio del equipo de la sección así como para el alambrado externo de la CFE y que cumplan con el Apéndice E.
- b) Tablillas de los transformadores de corriente que deben ser del tipo cortocircuitable.
- c) Fusibles y medios de protección independientes para cada uno de los diferentes circuitos de control y fuerza, en baja tensión para cada una de las secciones. Los fusibles de estos circuitos secundarios de baja tensión deben ser del tipo botella no renovables.
- d) Placa de acero inoxidable con el diagrama de conexión de los transformadores de corriente a tablillas, la cual debe ser colocada en la parte interna de la puerta de la celda.
- e) Iluminación (lámpara ahorradora de energía) adecuada al espacio de la celda, activada automáticamente al abrir la puerta.

- f) Conmutadores de control eléctrico para apertura y cierre de los interruptores, conmutador de posición local – remota para mando eléctrico, indicación luminosa del estado del interruptor (cerrado, abierto), indicación luminosa de las posiciones del interruptor (conectado, prueba, desconectado).

7.8 Partes o Elementos Comunes en las Secciones

7.8.1 Partes comunes a todo tipo de sección

Cada sección que forma parte del tablero debe contar, además de lo descrito anteriormente, con lo siguiente:

- a) Las celdas de interruptor y cables de potencia de cada sección deben contar con resistencias calefactoras controladas automáticamente en forma diferencial debiendo mantener un intervalo positivo de 1 °C a 5 °C en el interior del tablero, con respecto a la temperatura ambiente externa, la tensión de alimentación de las resistencias calefactoras debe ser de 220 V c.a.
- b) Placas de identificación, tanto en la sección como en cada uno de los equipos que la integran.
- c) Representación gráfica del diagrama unifilar simplificado correspondiente a la sección. Se aceptan los materiales siguientes: lamicoïd, acrílico y lexan, el color debe ser blanco.

7.8.2 Partes comunes en las secciones que contienen interruptor

- a) Señalización de mecanismo cargado al frente del tablero.
- b) Señalización de la posición del interruptor.
- c) Medios para montaje y conexión de los cables de potencia a las barras.
- d) Dispositivo para la extracción del interruptor.

8 ASIGNACIÓN DEL GRADO DE PROTECCIÓN Y SOPORTE A LA FALLA POR ARCO INTERNO

8.1 Grado de Protección Contra Aproximación a las Partes Vivas y Partes en Movimiento

Los tableros blindados “Metal-Clad “ deben estar diseñados y fabricados para operar correctamente de acuerdo al grado de protección IP4X establecido en la norma descrita en el Apéndice E.

8.2 Protección Contra Falla Interna

Todas las secciones del tablero deben estar diseñadas para soportar una falla de arco interno, trifásica, a tensión nominal y con la corriente de corto circuito nominal, de acuerdo al anexo normativo A de la norma descrita en el Apéndice C, accesibilidad clase A en donde el personal autorizado pueda estar colocado en cualquier posición alrededor de todo el tablero.

9 CARACTERÍSTICAS DE FABRICACIÓN

Los tableros deben estar diseñados y construidos para operar en condiciones normales de servicio o en condiciones especiales cuando así se indique en **Características Particulares** y poder efectuar con seguridad los trabajos de mantenimiento, verificaciones y trabajos de interconexión, eliminando la posibilidad de la presencia de cargas estáticas peligrosas.

El aislamiento interno y externo del tablero, barras y cualquiera de sus equipos debe cumplir con los requisitos dieléctricos establecidos en esta norma de referencia, sin incluir aislamientos adicionales al diseño original. No se aceptan aislamientos adicionales o sobreaislamientos en las cámaras interruptivas de los interruptores; es decir se requieren cámaras interruptivas de diseño original para el NBI solicitado.

9.1 Material

La estructura, cubiertas, tapas, cortinas y divisiones del tablero blindado deben ser metálicas con la resistencia mecánica necesaria para soportar los esfuerzos derivados de la falla de arco interno, arco de potencia y cumplir con el grado de protección indicado en esta norma de referencia.

9.2 Puertas, Ventanas y Cubiertas

Las puertas deben permitir los trabajos de inspección y mantenimiento, contar con una manija que asegure que éstas permanezcan cerradas y además deben tener un límite de apertura entre 140° y 160° e incluir un dispositivo de fijación cuando la puerta esté abierta.

Las puertas donde se alojan los interruptores y o las cuchillas seccionadoras, deben tener ventanas o mirillas de inspección que no formen o acumulen cargas electrostáticas. Dichas ventanas o mirillas de inspección, se requieren para verificar el estado de “cargado” o “descargado” del resorte o del dispositivo de energía almacenada (actuador magnético-capacitor).

Las cubiertas solo pueden ser retiradas con el empleo de herramientas.

9.3 Ventilación y Compuertas

Si el tablero cuenta con ventilación éstas deben tener una cubierta con malla y filtro y proporcionar el grado de protección indicado en esta norma de referencia. Las compuertas de desfogue deben estar colocadas de manera tal que proporcionen el grado de protección especificado y evitar que los gases o vapores que escapan a presión, pongan en peligro al personal operativo.

9.4 Barreras Protectoras y Cortinas Metálicas

Las partes principales del circuito primario, tales como interruptores, transformadores de potencial, acometida, cubículos de control entre otros, deben estar confinadas completamente por medio de barreras metálicas conectadas a tierra. Además las secciones de interruptor y de transformadores de potencial, deben estar dotadas de una cortina metálica de operación automática, para prevenir la exposición de las partes vivas del circuito primario cuando estos equipos sean removidos a la posición de prueba o fuera del tablero.

9.5 Celda de Cables de Potencia

Las secciones que así lo requieren, deben estar previstas para la entrada de los cables de potencia de la CFE por la parte inferior de la celda o sección, con los soportes de material aislante adecuado (no se acepta madera), excepto que la CFE indique otra cosa en **Características Particulares**.

El fabricante debe suministrar todos los conectores terminales para recibir los cables de potencia de la CFE. Las características de estos cables de potencia se indican en **Características Asignadas** del Apéndice A.

9.6 Barras Colectoras y en Derivación

Las barras colectoras y las barras en derivación, deben estar claramente identificadas, libres de efecto corona al valor de tensión de 110 % de su tensión nominal, su material debe ser de cobre electrolítico con cantos redondeados, con superficies sin rugosidades y plateadas en sus áreas de contacto. Los tornillos, tuercas, roldanas planas y de presión empleadas en las uniones, deben ser de acero inoxidable o tropicalizado, de alta resistencia mecánica que aseguren la sujeción y eviten puntos calientes.

El juego de barras principales debe contar con un juego de apartarrayos, clase II con las características técnicas establecidas en la tabla 5 de esta norma de referencia, de donde se selecciona para ser indicado en las **Características Asignadas** del Apéndice A. Este juego de apartarrayos debe ser colocado en alguna de las secciones ya existentes del tablero metálico blindado "Metal-Clad" y no se acepta adicionar otra sección para su ubicación, ya que no se contempla una sección tipo para estos equipos.

9.7 Aislamientos

Los aislamientos utilizados en las barras principales, barras derivadas y sus conexiones, ya sean aislamientos soporte a base de resina epóxica moldeada, otros materiales aislantes moldeados o mangas termocontráctiles, deben ser materiales que eviten la propagación de incendio, resistentes a la erosión por esfuerzos dieléctricos "tracking-resistant" con indicaciones del fabricante para su mantenimiento durante toda la vida útil del tablero bajo condiciones de operación normal o bajo las condiciones especiales de servicio que se indiquen en **Características Particulares**.

9.8 Barras de Conexión a Tierra

A todo lo largo del tablero se debe instalar una barra de cobre para conexión a tierra del tablero, la densidad de corriente de esta barra no debe exceder de 200 A/mm² bajo las condiciones de falla a tierra; sin embargo, su sección transversal no debe ser menor de 30 mm².

Cada sección o cubículo se debe conectar directamente a esta barra de tierra.

9.9 Alimentación de Auxiliares

Cada sección debe contar con alimentación individual para sus equipos auxiliares, tanto para funciones de control, protección, medición, señalización y supervisión, así como para fuerza, calefacción y alumbrado.

Cada sección debe contar con las terminales necesarias para recibir los circuitos de alimentación indicados a continuación:

- a) La alimentación de c.d. debe ser de 125 V c.d.
- b) La alimentación de c.a. para fuerza, calefacción y alumbrado, debe ser con 4 hilos, 3 fases 220/127 V c.a.

9.10 Alambrado de Control y del Equipo Auxiliar

El alambrado de control y de auxiliares debe ser realizado por el proveedor, atendiendo a los siguientes requisitos.

- a) El alambrado debe llevarse a tablillas terminales, utilizando sólo un lado de dicha tablilla y dejando libre el otro lado para la llegada del alambrado de la CFE.
- b) El arreglo del alambrado debe ser tal, que los aparatos e instrumentos puedan ser removidos sin causar problemas en el alambrado.
- c) La ruta del cableado debe ser ordenada y no obstaculizar:
 - apertura de puertas y cubiertas,
 - la revisión de equipo,
 - el acceso a terminales, aparatos, instrumentos y alambrado en el campo.
- d) Todas las terminales que no sean utilizadas, de contactos auxiliares, bornes de secundario de transformadores de instrumento, entre otros, deben ser alambradas hasta tablillas terminales y en caso de los transformadores de corriente, estos deben estar alambrados a tablillas y que se puedan poner en corto circuito.

- e) El alambrado debe agruparse de acuerdo a su función: control, fuerza y medición y estar distribuido en canaletas o ductos con tapas, provistas de algún seguro para asegurar que el alambrado permanezca cubierto.

9.11 Conductores

- a) Debe utilizarse cable flexible con aislamiento para 600 V, 75 °C, con recubrimiento resistente a la propagación de incendio, de acuerdo con la norma NMX-J-438-ANCE.
- b) La sección transversal mínima de los conductores utilizados en circuitos de control y equipos auxiliares, debe ser 2,08 mm². Solamente en el alambrado de conexiones múltiples a las tablillas terminales y a los dispositivos indicadores o de supervisión se permitirá el uso de conductores de sección transversal mínima de 1,3 mm², siempre y cuando esté comprobado que soporta la tensión y corriente del circuito en donde están utilizados. En el caso de los conductores que pasen a puertas embisagradas deben ser con 41 hilos, del tipo extraflexible adecuado para esta aplicación.
- c) El alambrado interno de los componentes o dispositivos debe estar de acuerdo con su propia normativa aplicable.
- d) La sección transversal en los conductores de los circuitos de transformadores de corriente y de fuerza, en ningún caso debe ser menor de 3,30 mm².
- e) No debe efectuarse ningún empalme en los conductores.
- f) Cada cable debe estar identificado con su número en los extremos, por medio de un manguito de plástico u otra identificación permanente e indeleble. La identificación debe ser la misma y estar de acuerdo con la nomenclatura utilizada en los diagramas de alambrado de los planos aprobados.
- g) En general, en los equipos que adquiere la CFE, los colores de los conductores utilizados son los que se indican a continuación:
- circuitos de control (corriente directa): rojo,
 - circuitos de potencial (corriente alterna): negro,
 - circuitos de corriente: blanco,
 - conexiones a tierra: verde.

En todos los casos y para todos los circuitos, se deben utilizar conductores con aislamiento en colores contrastantes. Dichos colores deben ser indicados en los diagramas de alambrado.

9.12 Terminales

- a) Las terminales de los conductores de los transformadores de corriente, deben ser tipo ojo o anillo y sujetarse a las tablillas terminales por medio de tornillos.
- b) Las terminales de los cables deben ser del tipo compresión. Algunos componentes o dispositivos reciben cables para soldarse a sus propias tablillas de conexión, lo cual es aceptable siempre y cuando este tipo de terminales este indicado en el diseño original del dispositivo; es decir no se aceptan adaptaciones.

9.13 Tablillas Terminales de Control

- a) Todas las tablillas de control y de los circuitos auxiliares, deben contar con una identificación grabada en forma permanente e indeleble, en un lugar visible, rotuladas de acuerdo a los diagramas de alambrado, preferentemente deben contar con una regleta de identificación central para evitar que el alambrado oculte su visión y cumplir con lo establecido en el Apéndice E.
- b) Las tablillas de control deben ser para 600 V, 10 A y debe proveerse un 10 % de terminales de reserva para uso de la CFE.
- c) Las tablillas de los transformadores de instrumento deben ser independientes de las de los circuitos de control, fuerza y circuitos auxiliares y deben cumplir con lo establecido en el Apéndice F.
- d) Las tablillas de los transformadores de corriente deben contar con dispositivos para corto-circuitar las terminales de los secundarios a tierra, lado del transformador de corriente.

9.14 Entrada al Tablero de los Cables de Control

Los cables de control y de auxiliares de la CFE, deben tener un acceso al tablero por la parte superior. Debe suministrarse un ducto metálico adicional externo, con tapas removibles y con las entradas adecuadas en cada sección o celda del tablero.

9.15 Bloqueos

Se requieren interbloqueos entre los diferentes componentes del tablero blindado por razones de seguridad durante la operación. Estos interbloqueos deben cumplir con los requerimientos establecidos de funcionamiento normal y emergente, considerando lo siguiente:

- a) Evitar el movimiento de elementos removibles o de dispositivos de interrupción cuando estén en posición de cerrado.

- b) Evitar el cierre de los interruptores de potencia cuando no están en la posición de conectado o de prueba dentro de la celda.
- c) Mantener en su lugar los elementos removibles cuando los equipos estén conectados o en posición de prueba.

9.16 Lámparas Indicadoras

Las lámparas para señalización deben ser para tensión de 125 V c.d. tipo “multiled” y operar dentro de los límites de variación de (105 a 140) V c.d.

9.17 Recubrimiento

El tablero blindado debe ser protegido tanto externa como internamente, utilizando un sistema de recubrimientos garantizado para toda la vida útil del tablero en condiciones normales de operación o bajo condiciones especiales de operación cuando se indique este caso en **Características Particulares**.

Para condiciones normales de operación la CFE recomienda un sistema de recubrimiento que se detalla a continuación: aplicar un primario orgánico de zinc epoxi-poliamida en una capa de (50 a 75) μm de espesor seco, previa preparación de la superficie con abrasivo a presión a metal casi blanco y un acabado vinílico de altos sólidos color marfil o el indicado en **Características Asignadas** del Apéndice A, aplicado en una capa de espesor seco de (75 a 100) μm , conforme a lo establecido en el Apéndice D.

Este sistema de tratamiento y recubrimiento puede ser sustituido por alguno que sea mejor, en cuanto a facilidad de aplicación, tenga mayor tiempo de vida útil en ambiente marino o industrial y este avalado por el LAPEM.

9.18 Placas de Identificación

Las placas de datos del tablero, interruptores, mecanismos de accionamiento, transformadores de corriente, transformadores de potencial, apartarrayos, cuchillas seccionadoras y demás accesorios, deben ser de acero inoxidable, fijadas por medio de remaches de acuerdo a la norma descrita en Apéndice F o puntos de soldadura. No se aceptan placas con tornillos.

Para los transformadores de corriente, de potencial, apartarrayos y cuchillas seccionadoras además de contar con su placa de datos instalada en el equipo deben suministrarse con una placa adicional como se indica en el inciso correspondiente a los equipos antes mencionados.

El marcado de la placa debe ser en español y en el sistema general de unidades de medida NOM-008-SCFI, en bajo relieve, no se acepta el de tipo por golpe, excepto en el número de serie, año de fabricación y número de contrato. Las placas deben contener la siguiente información:

9.18.1 Placa de datos del tablero “Metal-Clad”

Debe estar fijada en la parte exterior y tener los siguientes datos.

- siglas o logotipo del usuario,
- nombre del equipo,
- nombre del fabricante,
- año de fabricación,
- número de contrato de CFE,
- número de serie,
- grado de protección,
- clase de accesibilidad,
- masa total del tablero (kg),
- tipo y modelo,
- tensión nominal (kV),
- nivel básico de aislamiento al impulso (kV),
- frecuencia nominal (Hz),
- corriente nominal (A),
- corriente de interrupción de corto circuito (kA),
- manual de instalación, operación y mantenimiento,
- corriente sostenida de corta duración (s).

9.18.2 Placa de datos del interruptor

- siglas o logotipo del usuario,
- nombre del equipo,
- nombre del fabricante y año de fabricación,
- número de contrato,
- número de serie,
- masa total del interruptor (kg),
- tipo y modelo,
- tensión nominal (kV),
- nivel básico de aislamiento al impulso (kV),
- frecuencia nominal (Hz),
- corriente nominal (A),

- corriente de interrupción de corto circuito (kA),
- tensión de control de los dispositivos de cierre y apertura (V c.d.),
- tensión de los circuitos auxiliares (V c.a.),
- valor prototipo de la resistencia óhmica del circuito principal (Ω),
- secuencia nominal de operación,
- número de instructivo de operación,
- medio de extinción,
- corriente sostenida de corta duración (s),
- normativa aplicada.

Esta placa debe contener los datos siguientes:

- nombre del equipo,
- marca,
- tipo,
- número de serie,
- relación,
- clase de exactitud para protección y para medición,
- clase de aislamiento.

9.18.2.1 Placa de datos de expectativa de vida del interruptor

- curva de número de operaciones Vs nivel de corriente interrumpida.

9.18.4 Placa de datos de los transformadores de potencial

Debe tener el diagrama de conexiones de los transformadores de potencial, indicando su referencia a tablillas de conexión, relación de transformación y estar colocada en la parte interior de la celda de control.

Esta placa debe contener los datos siguientes:

9.18.2.2 Placa de datos del motor del mecanismo de operación

Es necesario contar con la placa de datos del motor y en caso de ser actuador magnético debe contar con la placa de datos del mismo.

Esta placa debe contener como mínimo los siguientes datos:

- nombre del fabricante,
- número de serie,
- tensión nominal (V),
- corriente nominal (A),
- frecuencia nominal (Hz),
- número de fases,
- potencia nominal (W),
- velocidad (r/min).

- nombre del equipo,
- leyenda: transformador de potencial inductivo,
- tipo y/o modelo y/o número de catálogo,
- número de serie,
- relación de transformación,
- tensión nominal primaria (kV),
- tensión nominal secundaria (kV),
- clase de exactitud y cargas nominales por secundario,
- frecuencia nominal,
- nivel básico de aislamiento al impulso,
- capacidad térmica,
- número de contrato de CFE,
- identificación del país de origen,
- mes y año de fabricación,
- masa aproximada en (kg).

9.18.3 Placa de datos de los transformadores de corriente

Debe tener el diagrama de conexiones de los transformadores de corriente, indicando su polaridad, ubicación (fuente y carga), referencia a tablillas de conexión, relación de transformación y estar colocada en la parte interior de la puerta de la celda de control.

9.18.5 Placa de datos de apartarrayos

Esta placa debe estar colocada en la parte interior de la celda de control y debe tener la siguiente información:

- tensión nominal (kV eficaz),
- tensión de operación continua (kV eficaz),
- corriente nominal de descarga (kV cresta),
- clase (según corresponda),
- capacidad de alivio de presión (kA eficaz),
- nivel de contaminación,
- nombre o logotipo del fabricante,
- número de serie,
- número de contrato,
- año de fabricación,
- número de catálogo.

9.18.6 La placa de datos de la cuchilla desconectadora

Debe estar fijada en el exterior del gabinete por medio de remaches o puntos de soldadura, no se aceptan placas con tornillos.

Debe tener la siguiente información:

- nombre del equipo,
- nombre del fabricante,
- año de fabricación,
- número de serie,
- tipo y modelo,
- tensión nominal,
- nivel básico de aislamiento al impulso,
- corriente nominal,
- corriente de aguante de corta duración,
- duración nominal de corto circuito,
- masa en (kg),
- altitud de operación,
- valor prototipo de la resistencia óhmica,
- número de instructivo.

9.18.7 Placa de datos de unidades fusibles de potencia

- nombre del equipo,
- tensión nominal (V),
- curva,
- corriente (A),
- velocidad.

9.18.8 Placa de datos de resistencias calefactoras

- tensión de operación (V),
- potencia (W).

10 CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS Y COMPONENTES PRINCIPALES DEL TABLERO

10.1 Interruptores de Potencia

Los interruptores que forman parte del tablero metálico blindado " Metal-Clad " deben cumplir con lo indicado en la norma descrita en el Apéndice G, incluyendo la prueba de falla en línea corta, respecto a los interruptores conectados a sistemas eléctricos de distribución. Referente a las pruebas de prototipo, deben efectuarse con el interruptor completamente ensamblado en su propia estructura soporte conforme a lo indicado en la norma descrita en el Apéndice C, dentro de la sección blindada completa con sus dispositivos de interconexión, ventilas, compuertas de desfogue, barras y conexiones principales ya que se suministran como una parte integral de una sección blindada. Así mismo debe cumplir con lo indicado en las tablas 1 y 2, y con lo siguiente:

- a) Se requieren interruptores con medio de extinción del arco en vacío, las cámaras de extinción del arco deben tener una indicación física de límite de desgaste para su reemplazo. El nivel de radiación de rayos X emitido en las mismas no debe rebasar $1,29 \times 10^{-7}$ C/kg por hora a la tensión máxima de operación. El proveedor debe proporcionar la curva de vida esperada de las cámaras de interrupción (número de operaciones contra corriente interrumpida), garantizando los valores indicados.
- b) Cada celda debe alojar un solo interruptor.
- c) Los interruptores de las mismas características técnicas, deben ser del tipo removible, intercambiables, con un mecanismo para introducirlo y extraerlo manualmente, en tres posiciones definidas: conectado, prueba y desconectado; el desplazamiento de la posición de conectado a la de prueba, y viceversa debe efectuarse con la puerta del tablero cerrada y bloqueada.

La posición de prueba y la de desconectado puede coincidir en el mismo punto de desplazamiento.

- posición de conectado, es la posición del interruptor en la cual debe tener los contactos principales conectados a la línea y a la carga así como su circuito de control y estar preparado para desempeñar su función,
 - posición de prueba, es en la cual los contactos principales del interruptor están desconectados de la fuente y la carga y fue accionada la cortina metálica de la celda, segregando el interruptor de las barras (fuente y carga), debiendo permanecer conectados los circuitos de control,
 - posición desconectado, es en la cual los contactos principales del interruptor están desconectados de la fuente y carga y fue accionada la cortina metálica de la celda, segregando el interruptor de las barras (fuente y carga), y desconectados los circuitos de control.
- d) Los interruptores deben tener un bloqueo mecánico que impida que el interruptor sea extraído de la posición de insertado, cuando los contactos principales están cerrados.
- e) Debe contar con un dispositivo que evite la sobre carrera o un desplazamiento mayor del interruptor al llegar a la posición de conectado.
- f) Debe contar con un tope o dispositivo que asegure la posición de prueba.
- g) Mecanismo de operación tripolar.
- h) Debe tener un mecanismo de operación de resorte de energía almacenada para los tres polos (resorte o actuador magnético-capacitores),

El fabricante debe garantizar el mecanismo y sus componentes para un mínimo de 2 000 operaciones Cierre–Apertura entre servicios de mantenimiento en condiciones normales de servicio, y garantizar 10 000 operaciones como mínimo en la vida útil del mecanismo y ser resistentes a la corrosión y libres de mantenimiento. El mecanismo debe estar diseñado para efectuar operaciones de recierre y debe cumplir con la siguiente secuencia nominal de operación en condiciones normales de servicio:

A - 0,3 s - CA - 3 min – CA

En condiciones de falta de energía externa, debe cumplir con el siguiente ciclo básico de operación;

A-0,3 s -CA

Donde:

A Representa la operación de apertura.

CA Representa la operación de cierre seguida inmediatamente de una operación de apertura, sin ningún tiempo de retraso adicional al propio de operación del interruptor.

- i) Los tiempos de operación requeridos para los interruptores, son los siguientes:
- tiempo de apertura, máximo 50 ms,
 - tiempo de cierre máximo 80 ms.
- j) Las diferencias en tiempos de simultaneidad de operación entre el primero y el último polo del interruptor deben ser:
- en operación de cierre: 3 ms como máximo,
 - en operación de apertura: 2 ms como máximo.
- k) La tensión de control para la operación eléctrica debe ser de 125 V c.d., debiendo operar en forma adecuada con los límites de variación siguientes:

Función	Límite inferior	Límite superior
Apertura (disparo)	87	137
Cierre	106	137

- l) Indicador mecánico de posición "abierto-cerrado".
- m) Indicador de posición "conectado prueba desconectado".
- n) Dispositivo mecánico instalado en el frente del interruptor para el disparo manual en caso de emergencia o prueba, accesible desde el exterior, el dispositivo debe estar protegido para evitar operaciones no deseadas y su accionamiento debe bloquear el cierre eléctrico.
- o) Contador de operaciones.
- p) Disparo libre, tanto mecánico como eléctrico.
- q) Dispositivo de anti-bombeo en el circuito de cierre, detección de baja tensión de c.d. y detección de ausencia de c.a.
- r) Selector para operación local o remota de uso pesado.
- s) Los interruptores con mecanismo de resorte de energía almacenada, deben prever la carga de éste en forma eléctrica y manual, e incluir medios de protección al personal contra cualquier riesgo accidental por la descarga del mecanismo de energía almacenada.

La energía almacenada del mecanismo de operación, debe provenir de un resorte o de cualquier otro medio de energía almacenada (actuador magnético-capacitores) y el accionamiento de éste debe ser por medio de un sistema eléctrico, electrónico y/o por medios manuales (para la apertura), en caso de falta de energía eléctrica.

La liberación de la energía, para cerrar o abrir el interruptor, debe ser por medio de un dispositivo de operación eléctrico o mecánico, conectado al mecanismo de operación.

- t) Bloque de contactos de desconexión secundaria del circuito de control, tipo receptáculo.
- u) Dos bobinas de apertura y una de cierre.

Las bobinas de disparo deben ser de operación directa dentro de los valores de tensión de operación y únicamente se intercalaran contactos auxiliares del propio interruptor, deben ser selladas para que su operación no se afecte por la entrada de polvo y suciedad. No se aceptan dispositivos en serie con los circuitos de las bobinas de apertura, cuya falla evite la apertura del interruptor. En caso de proporcionarse una sola bobina de apertura, esta debe garantizarse para un mínimo de 10 000 operaciones.

- v) Contactos auxiliares.
 - cada interruptor debe contar como mínimo, con 10 contactos auxiliares para uso exclusivo de la CFE, cinco normalmente abiertos y cinco normalmente cerrados,
 - el mecanismo de disparo debe disponer de contactos auxiliares que impidan el cierre del interruptor antes de que se haya completado la operación de apertura. Estos contactos auxiliares deben depender directamente del mecanismo principal de accionamiento sin utilizar relevadores auxiliares.
- w) Contactos auxiliares de posición del interruptor para indicación remota, "conectado" y "prueba", alambrados a tablilla de control del mecanismo de operación.
- x) La estructura del interruptor se debe conectar directamente a tierra por medio de un contacto deslizante que conecte en la posición de cerrado y de prueba.
- y) Alarma por resorte de cierre descargado alambrada a tablilla de contactos auxiliares.

10.2 Transformadores de Instrumento

10.2.1 Características de los transformadores de corriente

Los transformadores de corriente requeridos deben soportar los esfuerzos electrodinámicos surgidos durante la circulación de la corriente de corta duración en las barras del tablero, cumplir con lo establecido en la referencia [10] del capítulo 19 de esta norma de referencia y lo indicado en la tabla 3. Las conexiones de los secundarios deben alambrarse hasta tablillas terminales, las cuales deben contar con dispositivos para corto-circuitar el secundario.

La relación de transformación, exactitud y carga (burden) requeridos para cada caso, se indican en la tabla 3, donde se seleccionan para indicarlas en las **Características Asignadas**.

TABLA 3 - Características de los transformadores de corriente

Tensión nominal (kV)	Valores de corriente (A)	Exactitud	
		Medición	Protección
15	1 200 : 5 2 000 : 5	0,2 (30 VA)	10P20 (30 VA)
25,8	1 200 : 5		
38	600 : 5 1 200 : 5		

NOTA: El nivel básico de aislamiento al impulso de rayo de estos transformadores de corriente, corresponde con el nivel básico de aislamiento del tablero "Metal-Clad", incluyendo el arreglo de transformador de corriente tipo "Bushing" con pasamuro.

10.2.2 Características de los transformadores de potencial

Los transformadores de potencial a ser suministrados, se seleccionan de acuerdo al nivel de tensión del tablero blindado y deben cumplir con lo indicado en la referencia [11] del capítulo 19 de esta norma de referencia. Estos transformadores de potencial deben cumplir con los parámetros indicados en la tabla 4 y con lo indicado a continuación:

- a) Deben contar con un sólo devanado secundario con tensión nominal de (115 o 120) V c.a de acuerdo a la tabla 4. Cuando se requieran devanados secundarios adicionales se debe indicar en **Características Particulares**.
- b) El juego de transformadores de potencial debe estar formado por tres unidades, conectadas en estrella aterrizada.
- c) Las tensiones nominales del primario y relaciones de transformación y exactitud se indican en la tabla 4, de donde se seleccionan para indicarlas en las **Características Asignadas**.

TABLA 4 - Características de transformadores de potencial

Tensión nominal primaria (volts) para tensión nominal fase a fase (volts)	Tensión nominal secundaria (volts)	Relación de transformación	Exactitud y carga	Nivel básico de aislamiento al impulso de rayo (kV)
8 400 para 14 560 Y aterrizada	120 – 69	70:1	0,3 wxy	110
14 400 para 25 000 Y aterrizada	120 – 69	120:1	0,3 wxy	150
20 125 para 34 500 Y aterrizada	115 – 67	175:1	0,3 wxy	200

10.3 Apartarrayos

La sección del interruptor de alimentador debe contar con tres apartarrayos de óxidos metálicos, clase II, instalados en el lado de carga. Dichos apartarrayos deben cumplir con las características técnicas indicadas en la tabla 5; así como lo establecido en la norma de referencia NRF-003-CFE, seleccionados de acuerdo con la tensión nominal del tablero blindado y se indican en **Características asignadas**.

La envoltura de los apartarrayos debe ser de material polimérico.

En el inciso 9.6 que trata sobre el arreglo de las barras colectoras y sus derivaciones, se indican los apartarrayos del tablero metálico blindado "Metal-Clad".

TABLA 5 - Características de los apartarrayos

Tensión nominal del tablero (kV)	Tensión nominal del apartarrayo U_n (kV)	Tensión máxima de operación continua U_c (M C O V) (kV)
15	12	10,2
25,8	21	17
38	30	24,4

10.4 Fusibles de Potencia

Los fusibles de potencia requeridos para instalarse en los tableros blindados, deben cumplir con las características técnicas indicadas en la referencia [8] del capítulo 19 de esta norma de referencia y lo establecido en la tabla 6, de donde se toman los parámetros de acuerdo a la capacidad del transformador de servicios propios y la capacidad interruptiva del interruptor de banco. Estos parámetros se indican en **Características Asignadas**.

TABLA 6 - Características de los fusibles de potencia para los transformadores de servicios propios

Tensión nominal (kV)	Capacidad interruptiva simétrica (kA)	Corriente nominal del fusible (A) e identificación	Para transformador de servicios propios (kVA)	Corriente nominal del transformador (A)
15	25; 31,5 y 40	3E	75	3,1
		5E	112,5	4,7
		7E	150	6,3
25,8	25 y 31,5	2E	75	1,8
		3E	112,5	2,7
		5E	150	3,6
		1E	75	1,2
38	25 y 31,5	2E	112,5	1,9
		3E	150	2,5

NOTAS: La capacidad interruptiva de los fusibles de potencia debe ser igual o superior a la capacidad interruptiva o corriente de interrupción de corto-circuito del interruptor de banco. La característica de fusión Tiempo-Corriente de los fusibles de potencia, es la correspondiente a la identificación o designación “E” del fusible, de acuerdo a lo indicado en la referencia [8] del capítulo 19 de esta norma de referencia.

10.5 Cuchilla Seccionadora

La cuchilla Seccionadora requerida para los tableros blindados, debe cumplir con las características técnicas descritas en las Normas descritas en los Apéndices H y I y los parámetros indicados en la tabla 7, de donde se seleccionan para indicarse en **Características Asignadas**.

La corriente de corta duración y corriente pico asociada de la cuchilla, debe ser igual o superior a la capacidad interruptiva o corriente de interrupción de corto-circuito del interruptor de banco.

TABLA 7 - Características de las cuchillas seccionadoras que se integran en el tablero blindado

Tensión nominal (kV)	Corriente nominal (A)	Corriente de corta duración (kA)	Potencial aplicado (kV)		NBAI (kV)
			A tierra y entre polos	A través de la distancia de aislamiento	
15	630	25; 31,5; 40	36	40	95
25,8	630	25	60	66	125
38	630	25	80	88	150

11 EMPAQUE Y EMBARQUE

El equipo debe ser empacado y embarcado de acuerdo a lo indicado en la norma de referencia NRF-001-CFE y conforme a lo siguiente:

a) El tablero se debe dividir en secciones adecuadas para su embarque, transporte y maniobras.

b) Todos los accesorios y equipos externos deben estar protegidos contra golpes durante el transporte y maniobra.

c) Los interruptores deben embarcarse por separado del tablero.

d) Cada interruptor, debe estar empacado en bastidores y cajas de madera para protección contra impactos, transporte y maniobras. Así mismo, cada interruptor debe venir en una bolsa de material que permita el sellado hermético contra humedad.

e) En cada caja o bulto, debe pintarse con letra visible lo siguiente:

- número de identificación del tablero,
- tensión y corrientes nominales,
- número de contrato,
- nombre de la instalación y ubicación geográfica,
- ejes del centro de gravedad,
- indicación de puntos de izaje,
- masa en (kg).

f) Antes que el equipo sea embarcado, deben protegerse todas las superficies expuestas.

g) Todas las partes de repuesto deben enviarse en cajas, debidamente protegidas para evitar deterioro de las partes durante su almacenamiento.

h) Incluir con el embarque, copia de los reportes de las pruebas de rutina del tablero y de sus equipos que lo conforman; así como un instructivo de montaje, operación y mantenimiento. Esta información debe ser debidamente protegida contra humedad.

12.1.2 Prueba de elevación de temperatura

12.1.3 Medición de la resistencia del circuito principal

12.1.4 Prueba de soporte a la corriente de corta duración y corriente pico

12.1.5 Verificación de la capacidad de cierre y apertura

Verificación de los resultados de las pruebas de cierre y apertura de los equipos de seccionamiento, interrupción y operación de acuerdo con su propia norma y bajo las condiciones de instalación y uso, es decir, como están normalmente instaladas en el tablero, con todos los componentes asociadas que puedan influir en el comportamiento.

12.1.6 Prueba de operación mecánica

- operación de dispositivos de seccionamiento y partes removibles,
- verificación de la operación de interbloqueos.

12.1.7 Verificación del grado de protección

12.1.8 Medición de las corrientes de fuga

12.1.9 Prueba de arco debido a falla interna

Para una clase de accesibilidad A en donde el personal autorizado pueda circular alrededor de todo el tablero, cumpliendo con los seis criterios mencionados en el apartado AA.6 del anexo AA de la norma descrita en el Apéndice A.

Las celdas de media tensión de cada sección “tipo” deben ser probadas.

12 CONTROL DE CALIDAD

Los tableros metálicos blindados tipo “Metal-Clad” deben cumplir con los requerimientos técnicos, con las pruebas de prototipo y de rutina establecidas en la norma descrita en el Apéndice C, así como lo indicado en el primer párrafo del punto 10.1 de esta norma de referencia.

12.1 Pruebas de Prototipo

Las pruebas de prototipo son las que se enumeran a continuación y corresponden a las cláusulas de la norma descrita en el Apéndice C, de esta norma de referencia:

12.1.1 Pruebas dieléctricas

Prueba de impulso de rayo.

Prueba de tensión aplicada a 60 Hz.

Prueba de descargas parciales.

Pruebas dieléctricas a los circuitos auxiliares y de control.

12.1.10 Prueba falla en línea corta

12.2 Pruebas de Rutina

Todas las pruebas y verificaciones que se enumeran a continuación son de rutina y deben estar dentro del alcance de suministro e incluidas en el precio del equipo.

Estas pruebas se deben hacer al 100 % de los equipos y efectuarse conforme a la norma descrita en el Apéndice C.

12.2.1 Inspección visual

Verificar que no existan faltantes en el tablero y que los componentes del mismo corresponden al listado de equipo aprobado por el área usuaria de CFE.

La inspección implica revisar su ensamble y acabado final del tablero, fabricado en base a esta norma de referencia y al diagrama unifilar entregado con las **Características Asignadas**, cuantificar el equipo instalado y verificar cada sección o celda del tablero contra los planos aprobados. Cualquier desviación o carencia con respecto a los planos aprobados es motivo de rechazo.

12.2.2 Potencial aplicado a 60 Hz al circuito principal

La tensión de prueba debe tener un valor cresta igual a 1,41 veces el valor eficaz especificado en la tabla 1 y con una duración de un (1) min.

12.2.3 Pruebas dieléctricas a los circuitos auxiliares y de control

12.2.4 Medición de resistencia al circuito principal

12.2.5 Pruebas de operación mecánica

- a) Cada interruptor debe ser extraído e insertado en el tablero cuando menos 3 veces para verificar su alineamiento, operación de las cortinas, bloqueos, entre otros.

En cada interruptor se deben efectuar cuando menos 5 operaciones cerrar-abrir en cada una de las siguientes tensiones de control:

- apertura: 87 – 125 – 137 V,
- cierre: 106 – 125 – 140 V.

- b) Insertado en su celda, tres (3) veces como mínimo, para verificar su operación y que tanto el lado de alta, como el de baja tensión, queden firmemente conectados a tierra al extraer el marco.

- c) Probar mecanismo de puertas, marcos, cuchillas, bloqueos e intercambiabilidad entre interruptores similares.

12.2.6 Verificación del alambrado

El alambrado del tablero debe verificarse conforme a los diagramas esquemáticos, incluyendo las conexiones de los transformadores de instrumento, relevadores y la puesta a tierra de sus envolventes. El alambrado de control debe ser verificado por cualquiera de los métodos siguientes:

- operación eléctrica de los dispositivos de control que conforman el tablero,
- verificación de la continuidad de cada uno de los circuitos individuales.

12.2.7 Verificación del espesor de lámina y recubrimiento anticorrosivo

Verificación del espesor de la lámina y del recubrimiento anticorrosivo, de acuerdo a lo indicado en esta norma de referencia, inciso 9.1 Material.

12.3 Pruebas de Aceptación

Estas pruebas son las mismas que las pruebas de rutina, deben ser realizadas por el fabricante y deben ser certificadas por personal autorizado del LAPEM. A criterio de CFE, estas pruebas pueden ser realizadas en su totalidad o únicamente algunas de ellas.

12.3.1 Determinación del nivel de descargas parciales

Esta prueba es de prototipo y puede efectuarse como prueba de aceptación a solicitud del área usuaria y debe realizarse de acuerdo con los requerimientos indicados en la norma descrita en el Apéndice C, aceptando los valores obtenidos iguales o menores a los valores de las pruebas de prototipo.

12.3.2 Criterio de aceptación

El incumplimiento de alguna de las pruebas de rutina o de aceptación, o con cualquier resultado negativo, implica el rechazo del tablero, por no cumplir con el control de calidad en la fabricación.

12.4 Otras Pruebas

Como complemento a las pruebas aquí indicadas para el tablero en su conjunto, para aquellos equipos que lo integran como son apartarrayos, transformadores de instrumento, cuchillas, interruptores, entre otros, deben pasar previamente en forma individual las pruebas de prototipo que se indican en las respectivas especificaciones o normas de referencia de CFE, o las normas correspondientes, presentando los protocolos de prueba al LAPEM.

13 PARTES DE REPUESTO Y HERRAMIENTAS ESPECIALES

13.1 Partes de Repuesto Requeridas por CFE

El proveedor debe suministrar como parte del alcance del suministro, un lote de partes de repuesto para cada tablero blindado.

Todas las partes de repuesto deben ser iguales a las partes originales, ser intercambiables y tener la misma calidad en materiales y mano de obra que las partes originales correspondientes.

El lote de partes de repuesto, que forma parte del alcance del suministro, debe incluir los conceptos siguientes:

- un interruptor del tipo y capacidad máxima (corriente nominal) a los suministrados en el tablero,
- un transformador de corriente de cada uno de los suministrados en el tablero, en cuanto a tipo y características,
- un transformador de potencial igual a los suministrados en el tablero,
- cinco bobinas de disparo para interruptor,
- cinco bobinas de cierre para interruptor,
- un motor eléctrico para el mecanismo de energía almacenada del interruptor,

- un juego de cámaras de interrupción para un interruptor,
- un juego de contactos para conexión entre el interruptor y las barras,
- un juego de tres (3) pasamuros de cada uno de los suministrados en el tablero, en cuanto a tipo y características,
- un juego de tres aisladores soporte de barras de cada uno de los suministrados en el tablero, en cuanto a tipo y características,
- un conmutador de contactos auxiliares para interruptor,
- seis fusibles de potencia limitadores de corriente de cada uno de los tipos suministrados en el tablero para protección de circuitos primarios de transformadores de potencial,
- seis fusibles de potencia limitadores de corriente de cada uno de los tipos suministrados en el tablero para protección del circuito de servicios propios,
- dos portafusibles para los fusibles utilizados en los circuitos de servicios propios y de los transformadores de potencial (los dos incisos anteriores),
- diez fusibles de cada uno de los diferentes tipo de fusibles suministrados en el tablero, para protección de circuitos secundarios,
- cinco lámparas indicadoras (tipo multiled) completas, de cada uno de los tipos suministrados en el tablero,
- cincuenta focos para lámparas indicadoras (tipo multiled), 30 en color rojo y 20 en color verde,
- un juego de tres apartarrayos idénticos a los suministrados en el tablero.

Cada lote de partes de repuesto debe ser cotizado por separado, indicando en el cuestionario los precios unitarios de los componentes.

La CFE se reserva el derecho de adquirir adicionalmente, parte, uno o más lotes de partes de repuesto.

13.2 Partes de Repuesto Recomendados por el Proveedor

Si adicionalmente a las partes de repuesto solicitadas, el proveedor considera recomendable que se adquieran otras, puede cotizarlas, indicando en su propuesta la descripción de las mismas y sus correspondientes precios unitarios.

La adquisición de las partes de repuesto recomendadas, es opcional para la CFE y no deben ser consideradas en la evaluación de las propuestas.

13.3 Herramientas Especiales

El proveedor debe suministrar como parte del alcance de suministro las siguientes herramientas especiales para cada tablero blindado completo.

- un gabinete de prueba, con conmutadores, luz indicadora y todo lo necesario para probar el interruptor fuera de su celda,
- un juego de cables de prueba de interruptores, incluyendo las clavijas secundarias macho y hembra,
- un carro para transportar los interruptores (cuando aplique),
- un carro para transportar los transformadores de potencial (cuando aplique),
- tres manivelas para insertar y extraer los interruptores (cuando aplique),
- tres palancas para cargar el resorte de accionamiento (cuando aplique).

13.4 Otras Herramientas Especiales Recomendadas por el Proveedor

Si adicionalmente a las herramientas especiales solicitadas, el proveedor considera recomendable que se adquieran otras, puede cotizarlas, indicando en su propuesta la descripción de las mismas y sus correspondientes precios unitarios.

La adquisición de otras herramientas especiales recomendadas, es opcional para la CFE y no serán consideradas en la evaluación de las propuestas.

14 INFORMACIÓN REQUERIDA

14.1 Con la Propuesta

Las propuestas deben acompañarse de la documentación siguiente:

- cuestionario totalmente contestado,
- dibujos preliminares con dimensiones generales, localización de puntos terminales y lista de accesorios. Indicar su marca, tipo y características,
- catálogos descriptivos, de tableros blindados, interruptores, relevadores, amperímetros, voltímetros, entre otros,

- planos del prototipo aprobados por el área usuaria. Dichos planos deben corresponder a cada sección tipo que conforman el tablero.

14.2 Después de la Formalización del Contrato

El proveedor se obliga a enviar a la CFE, si la orden incluye tableros para diferentes obras, un conjunto de información por cada obra diferente, anotando en cada dibujo, instructivo, entre otros, el nombre de la obra específica para la cual se envía.

- a) Cuatro ejemplares de instructivos de montaje, operación y mantenimiento, en forma de libro, de todos los equipos e instrumentos contenidos en el tablero y que cubra el montaje, funcionamiento y mantenimiento de los equipos.
- b) Dos reproducibles y una heliográfica de todos los dibujos, cada vez que sean enviados para su revisión.
- c) Cuatro reproducibles y cuatro heliográficas de todos los dibujos aprobados por la CFE y considerados como definitivos.
- d) Copia de los reportes de las pruebas de rutina y aceptación de cada tablero.
- e) Un disco compacto que incluya la información en los apartados anteriores a) y c). Este disco se debe entregar al área operativa que solicita el tablero.

Cualquier trabajo ejecutado o material empleado por el proveedor antes de recibir los planos aprobados por la CFE, es de responsabilidad del proveedor. La aprobación de los planos por la CFE, no releva al proveedor de la responsabilidad de que el equipo cumpla con esta norma de referencia, así como con las garantías establecidas.

Los tiempos en que el proveedor debe proporcionar a la CFE la información requerida, a partir de la fecha de la orden, se indican en la tabla 8.

TABLA 8 - Información requerida después de la colocación de la orden

Información requerida	Días
Dibujo de dimensiones generales incluyendo las dimensiones y masas definitivas	8
Detalles de la base, localización y detalles de anclas, para el diseño de la cimentación	8
Lista de materiales y equipos	8
Diagramas elementales de control (esquemático)	12
Diagramas de alambrado, incluyendo la numeración de las tablillas terminales de todos los equipos eléctricos	12
Dibujos misceláneos	12
Reporte de pruebas de rutina	Con el tablero
Instructivos de montaje, operación y mantenimiento	21 antes del embarque

El tiempo asignado para revisión de planos por el área usuaria es de 20 días. En caso de exceder dicho plazo, los planos se consideran aprobados.

En caso de revisarse los planos y no ser aprobados, el proveedor se compromete a revisarlos y modificarlos en un plazo máximo de diez (10) días e inmediatamente se los regresa al área usuaria de CFE, para que los revise, dando su aprobación definitiva en un plazo máximo de 10 días.

15 SUPERVISIÓN DE MONTAJE, PUESTA EN SERVICIO Y CAPACITACIÓN

Se requiere que se indiquen los costos asociados con la supervisión de montaje, puesta en servicio del equipo y capacitación, indicándolos por separado y desglosados. La CFE debe indicar el requerimiento de estos servicios al proveedor.

16 CARACTERÍSTICAS ASIGNADAS

Las **Características Asignadas** son aquellas que la CFE proporciona al solicitar la cotización de los tableros metálicos blindados y se describen en el Apéndice A.

17 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

Son las características no consideradas como asignadas, que la CFE proporciona al solicitar la cotización de los tableros metálicos blindados, son complemento de la presente norma de referencia, y son las contenidas en la forma CPN-030 y forma parte de esta norma de referencia.

[4] **ANSI C37.46-1981**; IEEE Specifications for Power Fuses Disconnecting Switches.

[5] **CFE 54000-48-2003**; Tablillas de Conexiones.

[6] **CFE 54000-56-1999**; Tablillas de Prueba Utilizadas en Equipos de Medición.

[7] **CFE L0000-15-1992**; Código de Colores.

[8] **CFE V4100-28-1997**; Cortacircuitos Fusibles de Potencia de 15,5 a 115 kV para Uso en Subestaciones.

[9] **CFE V8000-52-1995**; Bancos de Capacitores para Subestaciones de Distribución hasta 34,5 kV.

18 EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD

La evaluación de la conformidad con esta norma de referencia es responsabilidad de CFE. Los resultados de la evaluación deben ser expedidos por el LAPEM de CFE o por un organismo acreditado por la autoridad competente.

[10] **VE100-49-2000**; Transformadores de Corriente para Sistemas con Tensión de 0,6 a 138 kV.

19 BIBLIOGRAFÍA

[1] **ANSI C37.20.2-2003**; IEEE High voltage Switchgear and Control Gear Metal Clad Swichtgear.

[11] **VE000-29-2001**; Transformadores de Potencial Inductivos para Tensiones de 13,8 a 138 kV.

[2] **ANSI C57.13-R1986**; IEEE Standard Requirements for Instrument Transformers.

20 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

[3] **ANSI C62.11.1999**; IEEE Standard for Metal-Oxide Surge Arresters for AC Power Circuits.

Esta norma de referencia coincide parcialmente con las normas internacionales IEC 62271-200, 62271-105, 60694, 62271, 60529 y la ISO 3506-A2.



**APÉNDICE A
(Normativo)**

CARACTERÍSTICAS ASIGNADAS

A.1 Información Comercial

Dependencia que adquiere el tablero: _____

Dirección: _____ Gerencia: _____

Requisición número _____ Lote número _____

Licitación: _____ Fecha: _____

Información de la instalación					
Nombre:					
Población:					
Municipio:			Estado:		
Vías de comunicación:					
Caseta para tablero			Dimensiones de la caseta		
Cerrada	Con ventanas	Aire artificial	Largo	Ancho	Alto

Descripción del tablero metálico blindado, tipo "Metal-Clad"	
Secciones tipo:	Cantidad (con letra):
Sección de interruptor de banco (SB)	
Sección de interruptor de enlace (SE)	
Sección de interruptor de alimentador (SA)	
Sección de protección para transformador de servicios propios (SP)	
Sección de interruptor de banco de capacitores (SC)	
Total de secciones	
Celda para transformadores de potencial: (incluida en una de las secciones tipo)	

Arreglo físico requerido (vista-frente)																	

NOTA: Indicar en cada espacio las siglas de identificación para cada sección tipo (SB, SE, SA, SP, SC)

**TABLEROS METÁLICOS BLINDADOS TIPO "METAL-CLAD"
PARA TENSIONES NOMINALES DE 15 kV A 38 kV**

**NORMA DE REFERENCIA
NRF-030-CFE**

22 de 36

Características generales del tablero

Tensión de diseño (kV)	Nivel básico de aislamiento (kV)	Corriente nominal de cortocircuito (kA)	Corriente nominal barras colectoras principales (A)	Corriente nominal barras derivadas (A)

Características generales del equipo de desconexión

Equipo	Tensión de diseño (kV)	Nivel básico de aislamiento (kV)	Corriente nominal (A)	Capacidad interruptiva (*) o de corta duración (**) (kA)
Interruptor Sección "SB" (*)				
Interruptor Sección "SA" (*)				
Interruptor Sección "SC" (*)				
Interruptor Sección "SE" (*)				
Fusibles de potencia Sección "SP" (*)				
Fusibles de potencia Celda T.P's (*)				
Cuchilla Seccionadora (**)				

Características generales de los transformadores de instrumento

Equipo	Tensión nominal (kV)	Nivel básico de aislamiento (kV)	Relación de transformación	Exactitud
T.C. protección Sección "SB"				
T.C. Medición Sección "SB"				
T.C. protección Sección "SA"				
T.C. Medición Sección "SA"				
T.C. protección Sección "SC"				
T.C. Medición Sección "SC"				
T.P.				

Características generales de los apartarrayos

Equipo	Tensión nominal (kV)	Tensión máxima de operación continua (MCOV) (kV)
Apartarrayos		

**APÉNDICE B
(Normativo)**

CUESTIONARIO TÉCNICO

B.1 Generalidades

El licitante debe proporcionar a CFE los datos que se piden en el cuestionario de este apéndice, acompañando copia del mismo en cada ejemplar de la propuesta.

El licitante debe suministrar con su propuesta técnica, la información solicitada en los espacios previstos. Se debe llenar un cuestionario por cada lote indicado en las **Características Asignadas**.

B.2 Experiencia

El licitante debe suministrar una lista de instalaciones en las cuales haya sido instalado su equipo, con características de operación y diseño similares a lo especificado.

La información debe proporcionarse en la tabla I1.

TABLA I.1 - Experiencia del licitante

Proyecto	Localización	Número unidades	Características del equipo		Fecha de puesta en servicio
			Tensión nominal	Corriente nominal	

B.3 Características Generales

- a) Cantidad de tableros _____
- b) Tipo de servicio _____
- c) Número y tipo de secciones
 - secciones de interruptor de banco _____
 - secciones de interruptor de alimentador _____
 - secciones de interruptor de enlace _____
 - secciones de transformador de servicios propios _____
 - sección de transformadores de potencial _____
 - sección de interruptor de banco de capacitores _____

B.4 Características Técnicas

- a) Frecuencia nominal _____ Hz
- b) Tensión nominal _____ kV
- c) Tensión máxima de diseño _____ kV
- d) Corrientes nominales
 - secciones de interruptor de banco _____ A
 - secciones de interruptor de alimentador _____ A
 - secciones de interruptor de amarre de barras _____ A
 - secciones de transformador de servicios propios _____ A
 - sección de transformadores de potencial _____ A
 - sección de interruptor de banco de capacitores _____ A
 - barras del circuito principal _____ A
- e) Corriente de corta duración _____ kA
 - valor pico _____ kA cresta
 - tiempo _____ s
- f) Niveles de aislamiento (0 a 1000 m s.n.m.)
 - tensión de prueba de impulso con onda completa _____ kV/cresta
 - tensión de prueba de baja frecuencia (1 min) _____ kV
- g) Elevación de temperatura máxima sobre un ambiente de 40 °C para partes conductoras (barras, derivaciones, entre otras cosas) _____ °C



h) Tensiones de alimentación de auxiliares

- para circuitos de control _____ V cd
- circuitos de protección y señalización _____ V cd
- circuitos de fuerza _____ V ca
- circuitos de calefacción y alumbrado _____ V ca

B.5 Características de Fabricación

a) Interruptores de potencia

- tipo _____
- marca _____
- cantidad por tipos de secciones _____
 - . para interruptor de banco _____
 - . para interruptor alimentador _____
 - . para interruptor de enlace _____
 - . para interruptor de banco de capacitores _____
- medio de extinción del arco _____
- tipo de mecanismo de energía almacenada _____
- tensión nominal _____ kV
- corrientes nominales:
 - para interruptor de banco _____ A
 - para interruptor alimentador _____ A
 - para interruptor de enlace _____ A
 - para interruptor de banco de capacitores _____ A
- tensión de aguante al impulso por rayo normalizado (1,2 / 50 μ s) _____ kV/cresta
- tensión de prueba de baja frecuencia (1 min) _____ kV
- corriente de interrupción _____ kA
- tiempo de interrupción _____ ms
- los interruptores cumplen con el resto de características especificadas por CFE
SI _____ NO _____

b) Transformadores de corriente

- marca _____

- tipo _____
- cantidad por sección
 - . para secciones de interruptor de banco
 - .. TC's para medición _____
 - .. TC's para protección _____
 - .. para secciones de interruptor de alimentadores
 - .. TC's para medición _____
 - .. TC's para protección _____
 - . para secciones de interruptor de banco de capacitores
 - .. TC's para medición _____
 - .. TC's para protección _____
- relación de transformación de transformadores de corriente
 - . para secciones de interruptor de banco _____
 - . para secciones de interruptor de alimentadores _____
 - . para secciones de interruptor de banco de capacitores _____
- exactitud de transformadores de corriente
 - . para medición _____
 - . para protección _____
- c) Transformadores de potencial
 - marca _____
 - tipo _____
 - número de secciones para transformadores de potencial _____
 - número de transformadores de potencial por celda _____
 - tensión nominal en primario _____ kV eficaz
 - en secundario _____ V eficaz
 - relación de transformación _____
 - potencia y exactitud _____
 - devanados del primario y secundario _____ y _____
 - cuentan con fusibles para protección Primaria _____ Secundaria _____
 - características de los fusibles _____



d) Apartarrayos

- se suministran apartarrayos con el tablero SI _____ NO _____
- cantidad _____
- ubicación _____
- tipo de envolvente _____
- tensión de designación _____ kV
- clase _____
- tensión máxima de operación continua _____
- cumplen con esta norma de referencia SI _____ NO _____
- cumplen con cual norma _____

e) Barras y soportes

- material de las partes conductoras (barras, derivaciones) _____
- barra sección transversal _____ mm²
- derivaciones sección transversal _____ mm²
- tipo y material de aislador soporte de barras conductoras _____
- tipo y material de soportes de paso de barras de una sección a otra _____
- espesor de lámina que forma la pared estructural y paredes del tablero _____ mm
- espesor de lámina que forma la pared de barreras interiores (en caso de diferir) _____ mm

f) Cuenta cada sección con celda y medios necesarios para recibir cables de energía y terminales

SI _____ NO _____

g) El acceso para cables de servicio auxiliar (control y fuerza) es por la parte

h) Se cumple con el resto de características de fabricación especificadas por CFE

SI _____ NO _____

i) Conectores

- tipo y calibre de conectores para recibir los conductores primarios de CFE en las diferentes secciones _____
- en secciones de interruptor de banco _____

**TABLEROS METÁLICOS BLINDADOS TIPO "METAL-CLAD"
PARA TENSIONES NOMINALES DE 15 kV A 38 kV**

**NORMA DE REFERENCIA
NRF-030-CFE**

28 de 36

- . en secciones de interruptor de alimentador _____
- . en secciones de interruptor de banco de capacitores _____
- . en secciones protección en AT de servicios propios _____

j) Tablillas de conexión y prueba

- cumplen con lo especificado en la referencia [5] del capítulo 19 de esta norma de referencia SI _____ NO _____
- cumplen con lo especificado en la referencia [6] del capítulo 19 de esta norma de referencia SI _____ NO _____

k) Grado de protección

- las secciones de este tablero que grado de protección tienen: _____

l) Recubrimientos

- se cumple con el sistema de recubrimientos especificado por CFE para este tablero SI _____ NO _____
- en caso contrario indique si el que utiliza, cumple con lo requerido en esta norma de referencia SI _____ NO _____
- está avalado por CFE SI _____ NO _____
- describa su sistema de recubrimiento utilizado _____

- garantía de vida esperada de acuerdo a esta norma de referencia _____ años

m) Partes de repuesto

- se suministra todo lo requerido por CFE SI _____ NO _____
- se suministran partes de repuesto adicionales SI _____ NO _____
- detalle el suministro adicional _____

n) Herramientas especiales

- se suministra lo requerido por CFE SI _____ NO _____
- se suministran herramientas especiales adicionales SI _____ NO _____
- detalle el suministro adicional _____

o) Masas y dimensiones

- masa total de embarque del tablero completo _____ kg
- . masa aproximada por tipo de sección
- . sección de interruptor de banco _____ kg
- . sección de interruptor de alimentador _____ kg
- . sección de interruptor de enlace _____ kg
- . sección de interruptor de banco de capacitores _____ kg
- . sección protección en AT de servicios propios _____ kg
- . sección de transformadores de potencial _____ kg
- masa aproximada de un interruptor _____ kg
- dimensiones generales del tablero
- . largo _____ m
- . ancho _____ m
- . alto _____ m
- dimensiones aproximadas por sección, expresadas en orden de ancho, fondo y alto
- . sección de interruptor de banco _____ m
- . sección de interruptor de alimentador _____ m
- . sección de interruptor de enlace _____ m
- . sección de interruptor de banco de capacitores _____ m
- . sección protección en AT de servicios propios _____ m
- . sección de transformadores de potencial _____ m



**APÉNDICE C
(Informativo)**

En tanto no exista norma oficial mexicana o norma mexicana deben consultarse en forma supletoria la norma internacional siguiente:

- C.1** **IEC 62271-200-2003**; High-Voltage switchgear and controlgear - Part 200: A.C. metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV.



**APÉNDICE D
(Informativo)**

En tanto no exista norma oficial mexicana o norma mexicana deben consultarse en forma supletoria la norma internacional siguiente:

D.1 IEC 60694-2002; Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards.



**APÉNDICE E
(Informativo)**

En tanto no exista norma oficial mexicana o norma mexicana deben consultarse en forma supletoria la norma internacional siguiente:

E.1 IEC 60529-2001; Degrees of protection provided by enclosures (IP Code).



**APÉNDICE F
(Informativo)**

En tanto no exista norma oficial mexicana o norma mexicana deben consultarse en forma supletoria la norma internacional siguiente:

- F.1** **ISO 3506-1-1997**; Mechanical properties of corrosion – resistant stainless – steel fasteners – Part 1: Bolts, screws and studs.



**APÉNDICE G
(Informativo)**

En tanto no exista norma oficial mexicana o norma mexicana deben consultarse en forma supletoria la norma internacional siguiente:

- G.1 IEC-62271-100-2001 y sus enmiendas;** High-voltage switchgear and controlgear Part 100: High voltage alternating - current circuit-breakers.



**APÉNDICE H
(Informativo)**

En tanto no exista norma oficial mexicana o norma mexicana deben consultarse en forma supletoria la norma internacional siguiente:

- H.1** **IEC 62271-102-2003**; High-voltage switchgear and controlgear - Part 102: Alternating current Disconnectors and Earthing Switches.



**APÉNDICE I
(Informativo)**

En tanto no exista norma oficial mexicana o norma mexicana deben consultarse en forma supletoria la norma internacional siguiente:

- I.1 **IEC 62271-105-2003**; High-voltage switchgear and controlgear - Part 105: Alternating current switch-fuse combinations.





COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

CARACTERISTICAS PARTICULARES PARA: TABLEROS METÁLICOS BLINDADOS TIPO "METAL-CLAD" PARA TENSIONES NOMINALES DE 15 kV A 38 kV

Correspondiente a la norma de referencia NRF-030-CFE

37 de 37

Características Particulares de los equipos que conforman el tablero metálico blindado					
Equipo *	Sección	Tensión (kV)	Características		
Transformador de potencial tabla 4			TAIR	Exactitud	
			Rel. de transf.	Tensión sec. dev. 1	
			Número devanados sec.	Tensión sec. dev. 2	

* Agregar un renglón con la información necesaria para describir cada equipo que se requiera en el tablero metálico blindado, indicando claramente sus **Características Particulares**.

CPN - 030 Observaciones: _____

