



DIRECCIÓN GENERAL DE DISTRIBUCIÓN  
Dirección Técnica – Ingeniería y Tecnología

**NORMA GE FND002**  
**APARUMENTA PREFABRICADA BAJO**  
**ENVOLVENTE METÁLICA CON**  
**DIELÉCTRICO AIRE Y CORTE EN**  
**HEXAFLORURO DE AZUFRE, SF6, PARA**  
**CENTROS DE TRANSFORMACION**  
**HASTA 36 kV**

FND00200.DOC

1ª edición  
Noviembre 97

Hoja 1 de 27

## INDICE

- 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN**
- 2 GENERALIDADES**
- 3 CARACTERÍSTICAS ASIGNADAS**
  - 3.1 Tensión asignada
  - 3.2 Nivel de aislamiento asignado
  - 3.3 Intensidad asignada en servicio continuo y calentamiento
  - 3.4 Intensidad admisible asignada de corta duración
  - 3.5 Valor de cresta de la intensidad admisible asignada de corta duración
  - 3.6 Condiciones de servicio
- 4 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS**
  - 4.1 Envolvente
  - 4.2 Tabiques aislantes
  - 4.3 Dimensiones
  - 4.4 Grado de protección
  - 4.5 Puesta a tierra
  - 4.6 Tomillería
- 5 TIPOS DE CELDAS**
  - 5.1 Celda de línea
  - 5.2 Celda de protección
  - 5.3 Esquema
- 6 ELEMENTOS INTERIORES**
  - 6.1 Seccionadores de puesta a tierra
  - 6.2 Interruptor-seccionador
  - 6.3 Fusibles
  - 6.4 Embarrado
  - 6.5 Circuitos auxiliares
  - 6.6 Terminales de cables de MT

REALIZADA POR:

DIRECCIÓN GENERAL DE DISTRIBUCIÓN  
Dirección Técnica – Ingeniería y Tecnología

APROBADA POR:

DIRECCIÓN TÉCNICA

Vº Bº

EDITADA EN: NOVIEMBRE 97

REVISADA EN:

ÁMBITO:

DIRECCIÓN GENERAL DE DISTRIBUCIÓN  
GRUPO ENDESA



DIRECCIÓN GENERAL DE DISTRIBUCIÓN  
Dirección Técnica – Ingeniería y Tecnología

NORMA GE FND002  
APARATURA PREFABRICADA BAJO  
ENVOLVENTE METÁLICA CON  
DIELÉCTRICO AIRE Y CORTE EN  
HEXAFLORURO DE AZUFRE, SF6, PARA  
CENTROS DE TRANSFORMACION  
HASTA 36 kV

FND00200.DOC

1ª edición  
Noviembre 97

Hoja 2 de 27

- 7 ENCLAVAMIENTOS
  - 8 MARCAS E INDICACIONES
  - 9 DESIGNACIÓN
  - 10 ENSAYOS
    - 10.1 Ensayos de tipo
    - 10.2 Ensayos complementarios
    - 10.3 Ensayos individuales
    - 10.4 Ensayos de recepción
  - 11 DOCUMENTOS PARA CONSULTA
- ANEXO I ESTÁNDARES BÁSICOS Y SUS VARIANTES**

REALIZADA POR:

DIRECCIÓN GENERAL DE DISTRIBUCIÓN  
Dirección Técnica – Ingeniería y Tecnología

APROBADA POR:

DIRECCIÓN TÉCNICA

Vº Bº

EDITADA EN: NOVIEMBRE 97

REVISADA EN:

ÁMBITO:

DIRECCIÓN GENERAL DE DISTRIBUCIÓN  
GRUPO ENDESA

## **1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN**

El presente Estándar tiene por objeto especificar las características asignadas, los elementos, los esquemas y los ensayos de la aparamenta bajo envolverte metálica, de tipo modular ampliable destinada a instalarse en centros de transformación. Este documento no excluye la instalación de dispositivos de mando y control a distancia.

Las celdas consideradas en este Estándar son las equipadas con interruptor-seccionador de corte en SF<sub>6</sub> y el resto de la aparamenta con aislamiento al aire, con recubrimiento aislante. Las celdas modulares con envolverte metálica de corte en SF<sub>6</sub> y dieléctrico también de SF<sub>6</sub> deberán cumplir las especificaciones del Estándar GE FN0003: "Aparamenta prefabricada bajo envolverte metálica con dieléctrico de hexafluoruro de azufre, SF<sub>6</sub>, para centros de transformación de hasta 36 kV."

Las celdas deben cumplir las prescripciones de la norma UNE 20099 que les sean aplicables y todo lo indicado en el presente documento.

## **2 GENERALIDADES**

La aparamenta de alta tensión bajo envolverte metálica se ajustará a lo prescrito en la norma CEI 298 y a lo que expresamente se especifica en este documento.

## **3 CARACTERÍSTICAS ASIGNADAS**

### **3.1 Tensión asignada**

De entre los valores indicados en el apartado 4.1. de la norma UNE 21139, se han seleccionado los siguientes: 24 y 36 kV.

### **3.2 Nivel de aislamiento asignado**

Los niveles de aislamiento correspondientes a los valores de la tensión asignada seleccionados, son los indicados en la Tabla I.

**Tabla I**

Tensión asignada (valor eficaz)	Tensión asignada soportada a impulsos de tipo rayo (valor de cresta)		Tensión asignada soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto (valor eficaz)	
	A tierra, entre polos y entre bornes del seccionador abierto	A la distancia de seccionamiento	A tierra, entre polos y entre bornes del seccionador abierto	A la distancia de seccionamiento
kV	kV	kV	kV	kV
24	125	145	50	60
36	170	195	70	80

Por razones de seguridad, los interruptores-seccionadores deberán estar concebidos de tal manera que ninguna corriente de fuga peligrosa pueda circular entre los bornes de un lado y cualquiera de los bornes del otro lado del seccionador.

Esta prescripción de seguridad se considera satisfecha cuando se ha previsto que toda corriente de fuga se derive a tierra por medio de una conexión de tierra segura o cuando el aislamiento utilizado esté eficazmente protegido de la contaminación en servicio.

Si el fabricante optase por la segunda alternativa, deberá verificarse que las condiciones dieléctricas son las adecuadas para la distancia de seccionamiento, y además se comprobará que las posibles corrientes de fuga, indicadas anteriormente, son inferiores a un valor determinado, cuya normalización está en estudio y que nunca será superior a 0,5 mA, a la tensión asignada, después de realizar los ensayos complementarios de aislamientos indicados en el apartado 10.2.

### **3.3 Intensidad asignada en servicio continuo y calentamiento**

El valor de la intensidad asignada en servicio continuo para los distintos elementos que componen el circuito principal será de 400 A, excepto en la celda de protección en la que los contactos de la base tendrán una intensidad asignada en servicio continuo de 100 A.

( El valor de 400 A será de 630 A en caso de ubicación del CT en zonas cuya corriente de cortocircuito sea superior a 16 kA, o que la capacidad de los cables de alimentación supere en 400 A)

Las celdas deberán superar los ensayos de calentamiento indicados en el apartado 10.1.2.

### 3.4 Intensidad admisible asignada de corta duración

Las celdas objeto de este documento, deberán soportar una intensidad de corta duración, cuyos valores, en función de la tensión asignada se especifican en la Tabla II.

**Tabla II**

Tensión asignada	Intensidad asignada en servicio continuo	Intensidad admisible asignada de corta duración	Poder de cierre asignado sobre cortocircuito	Poder de corte asignado de transformadores en vacío	Poder de corte asignado de cables en vacío
kV	A (ef)	kA (ef)	kA (cresta)	A (ef)	A (ef)
24	400 / 630	16 *	40 *	10	25
36	400 / 630	16 *	40 *	16	40

\* Para situaciones excepcionales, donde las características de la red lo requieran se admite 20 kA y 50 kA, respectivamente

### 3.5 Valor de cresta de la intensidad admisible asignada de corta duración

El valor de cresta de la intensidad admisible asignada de corta duración será igual a 2,5 veces el valor de la intensidad térmica admisible asignada de corta duración.

### 3.6 Condiciones de servicio

Las condiciones normales de servicio se expresan en la Tabla III.

**Tabla III**

Altitud máxima M	Temperatura ambiente ° C			Agentes
	Máxima	Media (24 h)	Mínima	Externos
1000	50	35	-5	Contaminación

Para altitudes superiores a 1000 m, se aplicarán los coeficientes correctores indicados por el fabricante a efectos de considerar la disminución de la capacidad de aislamiento.

## **4 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS**

### **4.1 Envolverte**

Deberá existir un dispositivo de salida de gases diseñado como se indica en el apartado 4.1.3. Se someterá a la celda a un ensayo de arco debido a un defecto interno, de acuerdo con lo especificado en el apartado 10.1.9.

Todas las superficies exteriores de la envolverte estarán pintadas.

El procedimiento de pintado deberá establecerse por acuerdo entre el fabricante y el usuario.

El espesor mínimo de la capa de pintura seca será de 50 µm.

Con el fin de verificar la eficacia de esta protección contra la corrosión, se realizarán los ensayos indicados en el apartado 10.2.3.1.

Las superficies metálicas deberán estar protegidas contra la corrosión por galvanización, tal como se indica en el apartado 10.2.3.2.

La zona de embarrado será accesible por medio de un panel amovible mediante una herramienta convencional.

La parte frontal inferior de la celda será amovible para facilitar la introducción y colocación en su interior de los terminales de los cables.

#### **4.1.1 Puertas y paneles**

Todas las celdas dispondrán en su parte frontal de una puerta o panel, que permita el fácil acceso a la zona de terminales de cables y, en el caso de la celda de protección, a la de fusibles y terminales de cables.

El cierre de la puerta, en su posición de cerrada, se realizará con más de dos puntos de sujeción, tanto en bisagras como en pestillo, debiendo accionarse estos últimos simultáneamente.

En el caso de que el acceso se realice mediante un panel, se cumplirán igualmente las condiciones de seguridad citadas en el párrafo anterior.

Cuando la celda haya soportado el ensayo de arco interno indicado en el apartado 10.1.9, no será de aplicación la exigencia relativa al número de puntos de sujeción anteriormente citada.

#### **4.1.2 Mirillas y detectores de tensión**

En la puerta y/o en los paneles de la celda, deberán colocarse una o más mirillas para poder confirmar visualmente la posición del seccionador de puesta a tierra.

Las mirillas deberán cumplir lo indicado en el apartado 5.102.3 de la norma UNE 20099 y en el apartado 10.2.2. de este documento.

Las celdas estarán provistas de detectores de tensión situados en la zona de los dispositivos de conexión de los cables, para comprobar la existencia de tensión y la concordancia de fases.

#### **4.1.3 Dispositivo de salida de gases**

Las celdas objeto de este Estándar irán provistas de un dispositivo que, en el caso de producirse un defecto interno, facilite la salida de los gases producidos.

Dicho dispositivo estará situado y diseñado de forma tal que la proyección de los citados gases no pueda incidir sobre el operador ni dañar los cables de alta tensión.

El fabricante indicará la distancia mínima entre la celda y el techo o paredes del local, que es necesaria para garantizar que se cumple la condición del párrafo anterior.

#### **4.1.4 Esquema eléctrico**

En la parte frontal deberá figurar de forma clara e indeleble un esquema sinóptico del circuito eléctrico, que contenga los dispositivos de señalización de las posiciones de apertura o cierre del interruptor-seccionador y del seccionador de puesta a tierra. Dichos dispositivos deberán indicar en todo momento la situación real.

La verificación de la indelebilidad se realizará como se indica en el capítulo 8.

#### **4.2 Tabiques aislantes**

Los tabiques de separación de las celdas podrán ser metálicos o aislantes.

Los tabiques de material aislante cumplirán las exigencias que especifica la norma UNE 20099 en su apartado 5.103, efectuándose su verificación tal como se indica en los apartados 10.1.1. y 10.1.8.

Si el interruptor seccionador es de envolvente aislante y montado en la celda la compartimenta, su envolvente cumplirá las exigencias que, para los tabiques aislantes, especifica la norma UNE 20099 en su apartado 5.103, efectuándose su verificación tal como se indica en los apartados 10.1.1. y 10.1.8. Asimismo, el material soportará satisfactoriamente el ensayo con el hilo incandescente, indicado en el apartado 10.2.2.

#### **4.3 Dimensiones**

Las dimensiones de las celdas no sobrepasarán las medidas indicadas en la Tabla IV.

**Tabla IV**

<b>Tensión asignada</b>	<b>Altura *</b>	<b>Anchura</b>	<b>Profundidad</b>
kV	mm	mm	mm
24	1.800	500	1.000
36	2.300	600	1.200

\* Para las condiciones de montaje habrá de tenerse en cuenta lo indicado en el apartado 4.1.3.

#### **4.4 Grado de protección**

El grado de protección de la envolvente será IP 2X, de acuerdo con el apartado 5.101 de la norma UNE 20099.

En lo referente a daños mecánicos, el grado de protección será 7, de acuerdo con lo especificado en el anexo A de la norma UNE 20324; quedan exceptuadas de la exigencia del grado 7, aquellas partes de la envolvente, como embellecedores y similares, cuya posible rotura no permita el acceso a recintos con partes en tensión.

El grado de protección para los tabiques laterales de separación de celdas, en la parte de la celda destinada a la colocación de los terminales de cables o de los fusibles, será IP 3X.

#### **4.5 Puesta a tierra**

Todos los elementos constitutivos de la envolvente deberán estar, de acuerdo con la norma UNE 20099, conectados a tierra por medio de un conductor, dispuesto a lo largo de todas las celdas.

Este conductor común de tierra estará constituido por una pletina de cobre, de 90 mm<sup>2</sup> como mínimo de sección que sea capaz de soportar la intensidad eficaz de cortocircuito indicada en la Tabla II. Dicha pletina deberá permitir, además, la conexión a la misma del sistema de tierras por ambos extremos, así como la conexión de las pantallas metálicas de los cables. Estará situada en la celda de forma tal que para introducir o extraer un cable y su terminal correspondiente, no sea necesario desmontarla, ni total ni parcialmente.

Las puertas y demás elementos con bisagras de las celdas, deberán estar conectados al conductor común de tierra, mediante un conductor flexible de cobre de, por lo menos, 35 mm<sup>2</sup> de sección. Los paneles indicados en el apartado 4.1.1. dispondrán de un sistema de conexión a tierra equivalente.

Las partes amovibles, susceptibles de ser tocadas desde el exterior estando la celda en servicio, deberán estar unidas al resto de la envolvente fija por medio de tornillos y tuercas, provistos de arandelas especiales, que garanticen la continuidad



eléctrica por penetración de los resaltes en las chapas respectivas. Las cabezas de los tornillos destinados a esta función, se diferenciarán claramente por su forma o por su color.

Los conductores de tierra y las conexiones de tierra, se ensayarán tal como se indica en el apartado 10.1.4.

#### **4.6 Tornillería**

Los tornillos y tuercas de diámetro nominal igual o inferior a M 10 serán de acero inoxidable.

Los de diámetro nominal superior se protegerán contra la corrosión por medio de un recubrimiento de cinc de 45 µm de espesor medio.

### **5 TIPOS DE CELDAS**

Los tipos de celdas especificados realizarán las dos funciones siguientes:

- Celda de línea
- Celda de protección

#### **5.1 Celda de línea**

La celda de línea es la de entrada o salida de los cables que forman el circuito de alimentación de los centros de transformación.

Esta celda estará provista de un interruptor-seccionador y de un seccionador de puesta a tierra.

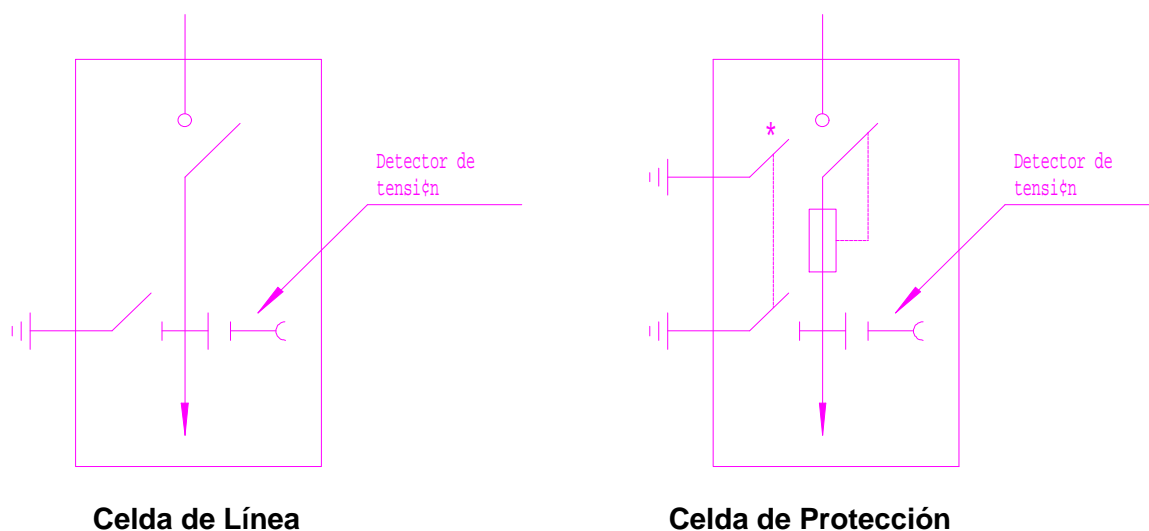
#### **5.2 Celda de protección**

La celda de protección se utilizará para las maniobras de conexión y desconexión del transformador, así como para su protección.

Las celdas estarán equipadas con un interruptor-seccionador de corte en SF<sub>6</sub>, con fusibles que con su actuación, disparen el interruptor (combinado interruptor-fusibles). El dispositivo de disparo resistirá los esfuerzos mecánicos del percutor del fusible, que será de tipo medio como mínimo y cumplirá la Norma UNE 21120.

Estará equipada con seccionadores de puesta a tierra en ambos extremos del fusible que serán accionados, simultáneamente, por un mando único.

### 5.3 Esquema



**Figura 1**

#### **Variante de las celdas de protección**

El seccionador de puesta a tierra que aparece en la figura señalado con un asterisco (\*), puede omitirse si el propio interruptor interpone entre los contactos una pantalla metálica puesta a tierra. En este caso existirá siempre un seccionador de puesta a tierra a la salida del fusible.

## **6 ELEMENTOS INTERIORES**

Los elementos interiores pueden estar incorporados a las celdas, o éstas deben ser capaz de recibirlos. Son los siguientes:

- Seccionador de puesta a tierra
- Interruptor-Seccionador
- Fusibles
- Embarrado
- Circuitos auxiliares
- Terminales de cables de MT

De estos elementos interiores, el seccionador de puesta a tierra y el interruptor-seccionador estarán equipados con dispositivos de señalización, situados en la parte frontal de la envolvente, que garanticen la correcta ejecución de las maniobras.

## **6.1 Seccionadores de puesta a tierra**

En las celdas de línea, el seccionador de puesta a tierra estará situado entre los terminales de los cables y el interruptor-seccionador, según se representa en la figura 1.

En las celdas de protección, los seccionadores de puesta a tierra, accionados por un mando único, pondrán a tierra ambos extremos del fusible, según se representa en la figura 1, salvo lo indicado en la variante del capítulo 5.

La velocidad de cierre de los seccionadores de puesta a tierra será independiente de la acción del operador, y estarán diseñados para poder resistir, sin deterioro, la intensidad admisible asignada de corta duración, el valor de cresta de la intensidad admisible asignada (véase el apartado 10.1.4) y el poder de cierre sobre cortocircuito indicado en la Tabla II (véase el apartado 10.1.5), para las tensiones correspondientes, excepto en el caso del seccionador de puesta a tierra situado a la salida del fusible, para el cual el poder de cierre exigido será de 2,5 kA, como mínimo.

## **6.2 Interruptor-seccionador**

Por razones de seguridad, los interruptores-seccionadores deberán estar concebidos de forma tal que ninguna corriente de fuga peligrosa pueda circular entre los bornes de un lado y cualquiera de los bornes del otro lado del aparato.

Esta prescripción de seguridad se considera satisfecha:

- 1) Cuando esté previsto que cualquier corriente de fuga se derive a tierra por medio de una conexión de tierra segura, o
- 2) Cuando el aislamiento utilizado esté eficazmente protegido de la contaminación en servicio.

Si el fabricante optase por la segunda alternativa, deberá verificarse que las posibles corrientes de fuga mencionadas anteriormente, no exceden de 0,5 mA, tal como se indica en el apartado 6.104 de la norma UNE 20099/90.

La comprobación se efectuará de acuerdo con lo indicado en el apartado 10.2.7.

El interruptor-seccionador cumplirá la norma UNE 20104/1 y será del tipo de frecuencia de maniobra elevada, de acuerdo con la definición del apartado 3.104 de la citada norma.

El interruptor-seccionador, instalado en la celda y en su posición de apertura, satisfará los valores de la Tabla I, y en condiciones de servicio, los de la Tabla II.

Tendrá en su interior hexafluoruro de azufre como medio de aislamiento y de extinción, con una presión superior a la atmosférica. Las prescripciones del hexafluoruro de azufre se indican en el apartado 5.2. de la norma UNE 21339.

Será del sistema de sellado a presión, según se define en el apartado EE 1.2.3, de la publicación 56 de la CEI.

Será capaz de soportar los ensayos indicados en los apartados 10.1.10 y 10.2.5.

El interruptor-seccionador dispondrá de accionamiento manual, y además deberá estar preparado para poder incorporar un sistema de accionamiento por bobina de disparo y por motor. Este sistema deberá poder ser instalado "in situ" por personal del propio comprador sin interrupción del servicio.

### **6.3 Fusibles**

La celda de protección dispondrá de bases para fusibles limitadores de corriente que cumplan la Norma UNE 21120 y RU-6405 B.

Los contactos de la base estarán plateados, con un espesor medio de 6 µm.

### **6.4 Embarrado**

El embarrado de cada celda así como el sistema de unión entre ellas, además de soportar la intensidad admisible asignada de corta duración, exigida en la Tabla II para la aparamenta, estará dimensionado para soportar sin deformación permanente el esfuerzo dinámico de cortocircuito correspondiente al valor de cresta de dicha intensidad.

Lo anterior deberá verificarse mediante el ensayo indicado en el apartado 10.1.4.

Asimismo, el embarrado deberá soportar también el ensayo dieléctrico especificado en el apartado 10.1.1.

### **6.5 Circuitos auxiliares**

Todos los circuitos auxiliares y aparatos de baja tensión que estén situados en el interior de la envolvente, cuando atraviesen zonas en las que existan elementos conectados a alta tensión, estarán apantallados eléctricamente, y las pantallas conectadas a tierra.

Esta prescripción se verificará de acuerdo con lo indicado en el apartado 10.2.4.

### **6.6 Terminales de cables de MT**

Los terminales de los cables cumplirán las especificaciones de la norma UNE 21115.

## **7 ENCLAVAMIENTOS**

Las celdas indicadas en el capítulo 5, dispondrán de un sistema de enclavamientos mecánicos que garanticen las condiciones de seguridad siguientes:

a) Cualquier maniobra que se realice en la aparamenta que forma parte de la celda (apertura o cierre) sólo podrá efectuarse con la puerta o panel cerrados.

Se entiende que la puerta está cerrada cuando los pestillos están accionados engatillándola.

Se entiende que el panel está cerrado cuando todos sus puntos de anclaje están accionados engatillándolo.

b) El interruptor-seccionador estará enclavado con el seccionador o seccionadores de puesta a tierra, de tal forma que sea imposible que estén simultáneamente cerrados.

c) Deberá existir un sistema de enclavamiento en la puerta o panel, que impida el acceso a la zona de terminales o de terminales y fusibles, según el tipo de celda, mientras no estén cerrados los seccionadores de puesta a tierra. Como excepción, el seccionador de puesta a tierra, y sólo él, podrá maniobrarse para la comprobación de los cables con la puerta o panel abiertos.

d) El interruptor-seccionador y el seccionador de puesta a tierra llevarán incorporado un dispositivo que permita bloquear su maniobra, tanto en la posición de abierto como en la de cerrado.

## **8 MARCAS E INDICACIONES**

Las celdas llevarán de forma clara e indeleble las marcas e indicaciones siguientes:

- Nombre del fabricante
- Designación de la celda (capítulo 9) y número de serie
- Año de fabricación
- Intensidad asignada
- Tensión asignada soportada a los impulsos de tipo rayo
- Intensidad asignada en servicio continuo
- Poder de cierre asignado sobre cortocircuito
- Intensidad admisible asignada de corta duración

- Forma de maniobrar los aparatos y secuencia de maniobras mediante indicaciones literales o gráficas en castellano

La indelebilidad se verificará frotando normalmente durante 15 s con un paño empapado en agua y de nuevo durante 15 s con un paño empapado de gasolina. Después de esta prueba, las marcas continuarán siendo fácilmente legibles.

Asimismo, no deberá poderse levantar fácilmente la placa o la etiqueta, si las lleva.

## **9 DESIGNACIÓN**

La designación de las celdas se efectuará mediante siglas y números con el significado indicado a continuación.

CML Celda modular de línea con dieléctrico aire y corte en SF6

CMP Celda modular de protección con combinado interruptor-fusibles con dieléctrico aire y corte en SF6

24 Tensión asignada 24 kV

36 Tensión asignada 36 kV

A título de ejemplo, se indica la designación siguiente:

CML 24 = Celda modular de línea con dieléctrico aire y corte en SF6, de 24 kV.

## **10 ENSAYOS**

Los ensayos se clasifican en:

- Ensayos de tipo
- Ensayos complementarios
- Ensayos individuales
- Ensayos de recepción

Para la calificación de las celdas, se realizarán los ensayos de tipo y los complementarios, en el orden indicado en las tablas V y VI. Asimismo, el fabricante pondrá a disposición del usuario un protocolo de los ensayos individuales realizados.

### **10.1 Ensayos de tipo**

### **10.1.1 Ensayos dieléctricos**

Se realizarán de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.1. de la norma UNE 20099, incluyendo las mirillas y los tabiques aislantes.

En el caso de los tabiques, se verificará además lo indicado en el apartado 5.103.1 b) de la norma UNE 20099.

### **10.1.2 Ensayos de calentamiento**

#### **10.1.2.1 Ensayo de calentamiento de las celdas de línea**

Se realizará de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.3 de la norma UNE 20099, haciendo pasar la intensidad asignada de 400 ó 630 A por las dos celdas de línea del conjunto ensamblado.

#### **10.1.2.2 Ensayo de calentamiento de la celda de protección**

Se realizará de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.3. de la norma UNE 20099 y en el apartado 6.3 de la publicación 420 de la CEI, haciendo pasar una intensidad de 100 A por una celda de línea y por la celda de protección del conjunto ensamblado.

### **10.1.3 Medida de la resistencia del circuito principal**

Se realizará de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.4 de la norma UNE 20099, considerándose como circuito principal de las celdas de línea la parte del circuito de la aparamenta comprendida entre los dispositivos de conexión a los cables de la red y los dispositivos de conexión al embarrado. En las celdas de protección, el circuito principal será el comprendido entre los dispositivos de conexión al transformador y los dispositivos de conexión al embarrado.

### **10.1.4 Ensayo con la intensidad admisible asignada de corta duración y con el valor de cresta de la intensidad admisible**

Se realizará de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.5 de la norma UNE 20099.

### **10.1.5 Verificación de los poderes de cierre y corte**

En el caso del interruptor-seccionador, se realizará de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.101 de la norma UNE 20099.

En el caso del seccionador de puesta a tierra, el poder de cierre sobre cortocircuito se comprobará de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.101 de la norma UNE 20100.

#### **10.1.6 Ensayos de funcionamiento mecánico**

La celda deberá ensayarse de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.102 de la norma UNE 20099.

Los ensayos de durabilidad mecánica de la aparamenta que vaya a formar parte de las celdas, se realizarán de acuerdo con lo indicado en los apartados 6.102.3 de la norma UNE 20100 y 6.102 de la norma UNE 20104/1. Cuando se trate de un combinado interruptor-fusibles, éste deberá ensayarse, además, de acuerdo con el apartado 6.106 de la publicación 420 de la CEI.

#### **10.1.7 Verificación del grado de protección**

El ensayo para verificar la primera cifra, se realizará de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.103 de la norma UNE 20099.

El ensayo de comprobación de la resistencia a daños mecánicos, se realizará siguiendo lo indicado en el anexo A de la norma UNE 20324.

En el suelo de la celda, se verificará la primera cifra del grado de protección, estando colocados cables de cualquiera de las secciones normalizadas a la tensión correspondiente.

#### **10.1.8 Medida de la corriente de fuga de tabiques aislantes**

Se realizará de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.104 de la norma UNE 20099.

#### **10.1.9 Ensayo de arco debido a un defecto interno**

Las celdas se someterán a un ensayo de arco interno en la zona de terminales de cables.

El método de ensayo será el que especifica la norma UNE 20099 en su Anexo AA, siendo el valor de la corriente trifásica de cortocircuito de 16 kA, la duración del arco de 0,5 segundos y la accesibilidad de clase A.

En las cabinas cuya intensidad admisible de corta duración sea de 20 kA el valor de la corriente de defecto trifásico será igualmente de 20 kA.

La celda deberá estar completamente equipada, incluidos los cables de alta tensión.



Se considerará que el ensayo es satisfactorio, si cumple todos los criterios indicados en el apartado AA6 de la norma UNE 20099. Además los gases de la expansión no deberán dañar los cables de alta tensión.

#### **10.1.10 Ensayo de defecto de corte**

Se realizará un ensayo de acuerdo con el método indicado en el Anexo AA de la norma UNE 20099, siendo el valor de la corriente trifásica de cortocircuito de 16 ó 20 kA, la duración 0,5 segundos y la accesibilidad de clase A.

El ensayo se realizará sobre una celda que tenga el interruptor-seccionador lleno de aire en vez de lleno de hexafluoruro de azufre, no siendo, por tanto, aplicable el apartado AA 5.2 de la norma UNE 20099, en lo referente al cebado entre las fases por medio de un hilo metálico.

El ensayo se considerará satisfactorio si cumple todos los criterios que figuran en el apartado AA6 de la norma UNE 20099.

#### **10.2 Ensayos complementarios**

##### **10.2.1 Ensayos de estanqueidad del interruptor-seccionador de corte en SF<sub>6</sub>**

Se realizarán en fábrica de acuerdo con lo indicado en el apartado EE 1.4.2.1 a) de la publicación 56 de la CEI.

De entre los valores que el Anexo EE indica en su apartado EE 1.3.3 para la vida esperada de los sistemas a presión sellados, se ha elegido el de 30 años.

A continuación se indica una fórmula para calcular la cantidad de fuga admisible.

$$F_p = \frac{(P_n - P_m) \times V_i \times 10^3}{60 \times 60 \times 24 \times 365 \times T}$$

en la que

$F_p$  = cantidad de fuga admisible, en bar.cm<sup>3</sup>/s

$P_n$  = presión asignada de llenado (relativa), en bar

$P_m$  = presión mínima (relativa), en bar

$V_i$  = volumen interior total, en dm<sup>3</sup>

$T$  = intervalo entre rellenos, en años = 30

La cantidad de fuga medida deberá ser inferior a la cantidad de fuga admisible.

### **10.2.2 Verificación del riesgo de incendio**

Se realizará de acuerdo con lo indicado en la norma UNE 20672/2-1. En el caso de las mirillas y de los tabiques de material aislante, la temperatura del hilo incandescente será de 650° C y en el caso de la envolvente del interruptor-seccionador, si la hay, será de 850° C.

### **10.2.3 Verificación de la calidad de la protección contra la corrosión**

Se realizarán dos series de ensayos. Una para la chapa de acero pintada y otra para la chapa de acero galvanizada en continuo.

#### **10.2.3.1 Verificación de la pintura**

Las probetas necesarias para esta verificación deberán tomarse durante el proceso normal de pintado de las celdas.

##### **10.2.3.1.1 Ensayo de percusión**

Tras la realización de este ensayo en las condiciones indicadas en la norma INTA 16 02 66, empleando una pieza semiesférica de 17,5 mm de diámetro y una altura de caída de 500 mm, no deberá apreciarse ni rotura, ni cuarteamiento, ni despegue de la pintura.

##### **10.2.3.1.2 Ensayo de embutición**

Tras la realización de este ensayo, tal como se especifica en la norma UNE 48183, no deberá apreciarse ni cuarteamiento, ni despegue de la película con un desplazamiento de 6 mm de la bola sobre una probeta de 7,5 cm x 15 cm, de un espesor comprendido entre 0,3 mm y 1,25 mm.

##### **10.2.3.1.3 Ensayo de adherencia**

Se realizará de acuerdo con el método de corte por enrejado indicado en la norma UNE 48032. El aparato de corte irá provisto de una cuchilla capaz de realizar seis cortes sobre la película de pintura a ensayar. La cuadrícula obtenida en el ensayo no deberá estar calificada con un valor superior al 1.

#### **10.2.3.1.4 Resistencia a la niebla salina**

Se colocarán tres probetas de 150 mm x 100 mm dentro de un recinto de ensayo con niebla salina, de acuerdo con lo indicado en la norma ISO 7253.

Sobre cada una de dichas probetas se efectuarán dos rayas en forma de cruz de San Andrés, que penetren hasta el acero.

Después de una exposición de 500 h, el desplazamiento de la corrosión no deberá exceder de 0,5 mm con relación al eje de las respectivas rayas y la capa de pintura no deberá haberse despegado.

El resto de la superficie de las probetas, deberá quedar exenta de cualquier signo de corrosión.

#### **10.2.3.1.5 Medida del espesor de la pintura**

Se efectuará sobre la propia celda de acuerdo con lo indicado en el método 6 A de la norma ISO 2808.

#### **10.2.3.2 Verificación del galvanizado**

La chapa estará galvanizada en continuo por inmersión en caliente de acuerdo con lo indicado en la norma UNE 36130 y tendrá un recubrimiento que será, como mínimo, igual al correspondiente al de la designación Fe PO2 G Z350 NA-C.

Los ensayos se realizarán de acuerdo con lo indicado en el apartado 7.5 de la norma UNE 36130.

El galvanizado de la tornillería cumplirá con la norma UNE 37507. La determinación del espesor medio se hará por métodos magnéticos.

La uniformidad del recubrimiento se comprobará aplicando el método de Preece de la norma UNE 7183 efectuándose 4 inmersiones.

#### **10.2.4 Ensayos dieléctricos de los circuitos auxiliares**

Los circuitos auxiliares, o los aparatos, que deban alimentarse mediante un circuito exterior, deberán soportar unas tensiones de ensayo respecto a la envolvente puesta a tierra de 10 kV, a 50 Hz, durante 1 min, y de 20 kV cresta, a impulsos de tipo rayo, con 5 impulsos de polaridad positiva y 5 impulsos de polaridad negativa, excepto los motores y los componentes electrónicos que se ensayarán de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.1.10 de la norma UNE 20099.

### **10.2.5 Ensayo de tensión soportada a frecuencia industrial para comprobación del estado después de los ensayos tipo**

A los interruptores-seccionadores de corte en hexafluoruro se les someterá, después de los ensayos indicados en los apartados 10.1.4 y 10.1.5, a un ensayo de tensión soportada a frecuencia industrial, tal como se indica en el apartado 6.1.7 de la norma UNE 20099, sobre la distancia de seccionamiento y con el 80% de los valores indicados en la Tabla I.

### **10.2.6 Ensayo de tensión continua**

El ensayo se efectuará sobre una celda de línea con el interruptor-seccionador abierto y con el embarrado a su tensión asignada. Con esta disposición, se alimentará los bornes de entrada de los cables del citado interruptor con corriente continua de polaridad positiva durante 15 minutos, y de polaridad negativa durante otro período de 15 minutos.

La tensión continua a aplicar será igual a dos veces el valor de la tensión asignada de la celda.

El ensayo se considerará satisfactorio si no se produce ninguna descarga disruptiva.

### **10.2.7 Ensayos de medición de la corriente de fuga sobre la distancia de seccionamiento**

Al interruptor-seccionador que cumpla la segunda prescripción de seguridad del párrafo segundo del apartado 6.3 y no cumpla la primera, se le medirá la corriente de fuga entre los bornes de un lado y cualquiera de los bornes del otro lado como se indica a continuación.

Con el interruptor-seccionador abierto, se aplicará a un lado del mismo una tensión trifásica a frecuencia industrial de un valor igual a la tensión asignada de la celda, estando una fase del otro lado conectada a tierra a través de un amperímetro.

Las mediciones de la corriente de fuga se realizarán con las diferentes fases puestas sucesivamente a tierra.

Para la realización de este ensayo, la celda deberá estar aislada de tierra de forma tal que el aislador utilizado soporte la tensión de ensayo.

**TABLA V**  
**Secuencia de ensayos no eléctricos para la calificación**

<b>Número de orden</b>	<b>Ensayos</b>	<b>Muestra</b>	<b>Condiciones del ensayo</b>	<b>Exigencias a cumplir</b>
1	Verificación de características	Un conjunto de dos celdas de línea y una de protección con combinado interruptor-fusibles, ensamblados como en servicio normal	Visual	Capítulos 3,4,5 y 6
2	Verificación dimensional		Medidas	Apartado 4.1 y 4.3
3	Marcas		Visual y capítulo 8	Apartado 4.1.4. y capítulo 8
4	Funcionamiento mecánico		Apartado 10.1.6	Capítulo 7 y apartado 10.1.6
5	Grado de protección		Apartado 10.1.7	Apartado 4.4
6	Estanqueidad del interruptor-seccionador		Apartado 10.2.1	Apartado 6.3.2
7	Riesgo de incendio	Dos probetas de cada clase de material	Apartado 10.2.2	Capítulo 11 de UNE 29672/2-1
8	Protección contra la corrosión	El número y tamaño de probetas indicado en la norma correspondiente o en su defecto, las que se considere conveniente	Apartado 10.2.3	Apartado 10.2.3

**Tabla VI**
**Secuencia de ensayos eléctricos para la calificación**

Número de orden	Ensayos	Muestra	Condiciones del ensayo	Exigencias a cumplir
1	Dieléctricos	El mismo conjunto indicado en la Tabla V	Apartado 10.1.1	Apartado 3.2
2	Dieléctricos de los circuitos auxiliares		Apartado 10.2.4	Apartado 6.6
3	Resistencia del circuito principal		Apartado 10.1.3	Apartado 10.1.3
4	Calentamiento		Apartado 10.1.2	Apartado 4.4.2 de UNE 20099
5	Resistencia del circuito principal		Apartado 10.1.3	Apartado 10.1.3
6	Corriente de fuga de tabiques y pantallas		Apartado 10.1.8	Apartado 6.104 de UNE 20099
7	Intensidad admisible de corta duración y al valor de cresta de la intensidad admisible		Apartado 10.1.4	Apartados 3.4, 3.5, 4.5 y 6.5
8	Poderees de corte y cierre		Apartado 10.1.5 y Tabla II	Apartados 6.2 y 6.3
9	Dieléctricos después de los ensayos de tipo		Apartado 10.2.5	Apartado 10.2.5
10	Tensión continua		Apartado 10.2.6	Apartado 10.2.6
11	Corriente de fuga en interruptores-seccionadores		Apartado 10.2.7	Apartados 6.3 y 10.2.7
12	Arco debido a un defecto interno	Una celda de línea y una de trafo	Apartado 10.1.9	Apartados 4.1, 4.1.1 y 4.1.3
13	Defecto de corte	Una celda de línea y una de trafo	Apartado 10.1.10	Apartados 6.3.2 y 10.1.10

Los ensayos número 7, 8, 9, 10, y 11 podrán realizarse, a elección del fabricante, sobre otra muestra.

### **10.3 Ensayos individuales**

Deberá realizarlos el fabricante en todas las celdas.

Además de los indicados en el capítulo 7 de la norma UNE 20099, se efectuarán también los siguientes:

- Ensayo de estanqueidad del interruptor-seccionador de corte en SF6, de acuerdo con el apartado 10.2.1.
- Verificación de los detectores de tensión, de acuerdo con el apartado 10.3.1.

El fabricante conservará un registro de los ensayos individuales efectuados a las celdas.

#### **10.3.1 Verificación de los detectores de tensión**

Para efectuar esta verificación, se utilizará un generador de tensión de 50 Hz y de 3 a 5 kV.

La tensión se aplicará entre el borne de conexión de los cables subterráneos del circuito principal y la toma de tierra.

La señal debe aparecer en las tomas fase-tierra del detector de tensión correspondiente, comprobándose esto con la ayuda de un voltímetro.

### **10.4 Ensayos de recepción**

Salvo indicación en contrario, estos ensayos se realizarán en cada lote, de acuerdo con los criterios siguientes:

- El ensayo dieléctrico a frecuencia industrial se realizará sobre el 10% de las celdas, con un mínimo de dos unidades. En caso de un fallo, se repetirá el ensayo sobre una muestra doble. Un fallo más implicará el rechazo del lote.
- La verificación de los enclavamientos, se realizará sobre la totalidad de las celdas. Cualquier fallo, implicará el rechazo del lote.
- La verificación de los detectores de tensión y de la concordancia de fases, se realizará sobre el 10% de las celdas. Cualquier fallo, implicará el rechazo del lote.
- El ensayo de estanqueidad del interruptor-seccionador de corte en hexafluoruro de azufre, se realizará sobre una unidad. Si se produce un fallo, se rechazará el lote.
- La verificación de las marcas e indicaciones y de los esquemas eléctricos, se realizará sobre la totalidad de las celdas.

## 11 DOCUMENTOS PARA CONSULTA

RU 6404 B	Celdas prefabricadas monobloque para centros de transformación, maniobra y protección hasta 36 kV
UNE 20099-90	Aparamenta bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 72,5 kV.
UNE 20100-90	Aparamenta industrial de alta tensión. Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
UNE 20104-90/1	Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
UNE 20324-93	Grados de protección proporcionados por las envolventes.
UNE 20672-83/2-1	Ensayos relativos a los riesgos de incendio. Segunda parte: Métodos de ensayo. Ensayo del hilo incandescente.
UNE 21115-75	Terminales y empalmes para cables de energía de 3,5/6 hasta 36/60 kV.
UNE 21120-81	Cortacircuitos fusibles limitadores de corriente para alta tensión. Clase asociados.
UNE 21139-85	Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de alta tensión.
UNE 21339-76 y 1er. Compl. del 80	Especificaciones y recepción del SF <sub>6</sub> nuevo.
UNE 36130-91	Bandas (chapas y bobinas) de acero bajo en carbono, galvanizadas en continuo por inmersión en caliente para conformación en frío. Condiciones técnicas de suministro.
UNE 48032-80	Pinturas y barnices. Determinación de la adherencia de recubrimientos orgánicos. Método de corte por enrejado.
UNE 48183-84	Pinturas y barnices. Ensayo de embutición.
CEI 56 (1987)	Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión.
CEI 298	Equivalente a la UNE 20099
CEI 420 (1990)	Combinados interruptor-fusibles de alta tensión para corriente alterna.



CEI 466 (1987)	Aparamenta bajo envolvente aislante, para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 38 kV.
ISO 2808 (1991)	Pinturas y barnices. Determinación del espesor de la capa.
ISO 7253 (1984)	Pinturas y barnices. Determinación de la resistencia a la niebla salina neutra.
INTA 16 02 66 (1958)	Ensayo de percusión.
UNE 7183-64	Método de ensayo para determinar la uniformidad de los recubrimientos galvanizados, aplicados a materiales manufacturados de hierro y acero.
UNE 37507-88	Recubrimientos galvanizados en caliente de tornillería y otros elementos de fijación.

## **ANEXO I**

### **ESTÁNDARES BÁSICOS Y SUS VARIANTES**

#### **1.- ESTÁNDAR BÁSICO**

Es el definido por las características funcionales elegidas y presentan diferentes opciones para adaptarse a la variedad de situaciones existentes, así como por unas características constructivas determinadas, generalmente de coste mínimo.

#### **2.- VARIANTES**

Son alternativas constructivas al Estándar Básico que, cumpliendo las necesidades funcionales básicas, permiten adaptarse a situaciones puntuales, necesidades singulares o requerimientos complementarios.

#### **3.- DESIGNACIÓN DE LAS VARIANTES**

A continuación de la designación del Estándar básico, y separada por un guión se escribirá la letra V seguida de el/los código/s de la/s variante/s.

#### 4.- TABLA RESUMEN

CARACTERÍSTICAS	UD	ESTÁNDAR BÁSICO	VARIANTE	CÓDIGO VARIANTE (V)
Tensión asignada	kV	24 36		
Tipo de celda		De línea con dieléctrico aire y corte en SF6		
		De línea con envolvente metálica, dieléctrico SF6 y corte en SF6		
		De protección con combinado interruptor-fusibles con dieléctrico aire y corte en SF6		
		De protección con envolvente metálica, dieléctrico SF6 y corte en SF6		
Intensidad admisible asignada de corta duración / Poder de cierre asignado sobre cortocircuito	kA	16 kA (ef) / 40 kA (cresta)	20 kA (ef) / 50 kA (cresta)	a
Accionamiento del interruptor-seccionador		Manual	Por bobina de disparo y por motor	b
Detección SF6		Sin manómetro	Con manómetro	c