

# COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD



## EQUIPO DE PUESTA A TIERRA Y EN CORTO CIRCUITO EN LINEAS DE DISTRIBUCION

ESPECIFICACION PROVISIONAL  
CFE H0000-27

SEPTIEMBRE 1987

**MEXICO**

P R E F A C I O

Esta especificación ha sido elaborada de acuerdo con las Bases Generales para la Normalización en CFE, habiendo preparado el proyecto inicial la Gerencia Administrativa.

Participaron en la revisión y aprobación de la presente especificación las áreas que se indican a continuación:

**GERENCIA ADMINISTRATIVA (Depto. de Seguridad e Higiene en el Trabajo)**

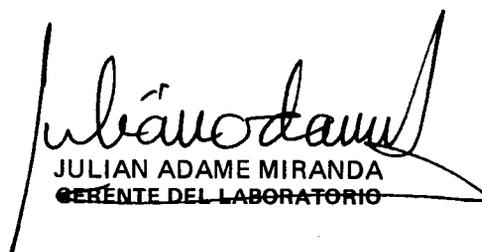
**GERENCIA DE DISTRIBUCION**

**GERENCIA DE GENERACION Y TRANSMISION**

**GERENCIA DE LABORATORIO**

De acuerdo a las instrucciones de la Dirección General de CFE contenidas en el oficio núm. 1-00129 del 31 de enero de 1984, presentamos esta ESPECIFICACION PROVISIONAL para que sea aplicada durante un año a partir de la fecha abajo indicada y poder probar su efectividad durante este período en que estará en vigor, al término del cual deberá ser sometida a la autorización de la Dirección General, tomando en cuenta las observaciones que se deriven de la aplicación de la misma, las cuales deberán enviarse al Departamento de Normalización de la Gerencia de Laboratorio.

Esta especificación revisa y substituye a todas las relacionadas con equipos de puesta a tierra y en corto circuito en líneas de distribución que se hayan publicado.



**JULIAN ADAME MIRANDA**  
**GERENTE DEL LABORATORIO**

NOTA: Entra en vigor como especificación provisional a partir de: 871015

1 OBJETIVO

Esta especificación se aplica para establecer y verificar las características de calidad que deben cumplir para su aceptación del equipo de puesta a tierra y en corto circuito en líneas de distribución que requiere Comisión.

2 NORMAS QUE SE APLICAN

CFE L0000-09-1984	Logotipo Oficial CFE.
ANSI C37.05-1964	Methods for Determining the Values of a Sinusoidal Current Weave and a Normal - Frecuency Recobery Voltage for AC High - Voltage Circuit Breakers.
ASTM B-172-1971	Rope-Lay-Stranded Copper Conductors Having Bunch-Stranded Members, for Electrical - Conductors, Spec for (R-1980).
ASTM B-173-1971	Rope-Lay-Stranded Copper Conductors Having Concentric Stranded Members, for Electrical Conductors, Spec for (R-1980).
ASTM D753-1973	Specification for General-Purpose Policlo oprene Jacket for Wire and Cable.
ASTM D2768-1978	Specification for General-Purpose Ethylene Propylene Rubber Jacket for Wire and Cable.
ASTM D2770-1980	Ozone Resisting Ethylene-Propylene Rubber Integral Insulation and Jacket for Wire and Cable.
ASTM E8-1981	Methods of Tension Testing of Metallic Materials.

NOTA: En caso de que los documentos anteriores sean revisados o modificados debe tomarse en cuenta la edición en vigor o la última edición en el momento del pedido, salvo que la Comisión indique otra cosa.

3 DEFINICIONES

3.1 Cable de Puesta a Tierra

Cable que une los accesorios, para instalarse temporalmente en circuitos desenergizados con el propósito de igualación de potencial y conducción de corrientes de corto circuito de una duración (en tiempo) específica.

3.2 Equipo de Aterrizajé de Protección

Dispositivos instalados temporalmente en circuitos eléctricos desenergizados con el propósito de igualación de potencial y conducción de corrientes de corto circuito - de una duración (en tiempo) específica.

## 4 CARACTERISTICAS

Un equipo de puesta a tierra y en corto circuito, para uso en líneas de distribución, se compone de los siguientes elementos:

- a) Grapas de conexión a conductores.
- b) Cable de conexión en corto circuito.
- c) Cable de conexión a tierra.
- d) Grapa de conexión a varilla de tierra.

## 4.1 Físicas

## 4.1.1 Materiales

Las partes conductores de la grapa hechas de aleaciones de cobre o aluminio deben tener las siguientes propiedades (de acuerdo con la norma ASTM-E8).

Prueba	Aleación de cobre	Aleación de aluminio
Esfuerzo de ruptura a la tensión mínima	207 MPa (3 x 10 <sup>4</sup> psi)	207 MPa (3 x 10 <sup>4</sup> psi)
Esfuerzo de cedencia mínima	90 MPa (13 x 10 <sup>3</sup> psi)	138 MPa (2 x 10 <sup>4</sup> psi)
Elongación mínima	6%	3%

Las grapas con pértiga integrada se deben equipar con mango aislante (pértiga - dieléctrica) apropiado para la tensión nominal del circuito que será aterrizado.

## 4.1.2 Mecánicas y eléctricas

Además de las propiedades mecánicas y eléctricas que se estipulan en la Tabla 1, las grapas deben cumplir con lo siguiente:

- las grapas (para instalación con pértigas) deben ser seguras contra fallas o tener exceso de resistencia mecánica para prevenir fallas, por medio de las cualidades que se mencionan a continuación:
- en el caso de que una grapa sea sobretorsionada durante su instalación, la fractura normal debe ser tal que el cable permanezca sujeto y bajo control por medio de la retención con la pértiga,
- las grapas que tengan una resistencia última a la tensión que exceda a las 544 N-m (400 Lb-pie) son exentas de lo previsto en el punto anterior,

- la resistencia que se origina en el contacto principal entre la grapa y el cable que se asegura a ella debe ser menor que aquella originada por una igual longitud de cable del tamaño máximo correspondiente al rango de la grapa,
- los contactos principales deben acoplarse y engrapar a todos los conductores o miembros estructurales de tipo comercial existentes,
- las grapas deben aceptar el ensamble manual de todos los cables equipados con su correspondiente terminal de acuerdo a los de tipo comercial o existentes,
- la terminación del cable debe incluir un soporte de cable o debe ser hecha para aceptar una terminal soporte de cable que se obtenga del mismo Proveedor. Este soporte debe asegurar por completo el cable sobre la cubierta y se debe proporcionar en adición a la conexión eléctrica al trenzado del cable,
- las grapas con pértigas integradas se deben, de forma segura, ajustar dentro de una ranura, de ancho nominal de 13 mm (1/2 pg), en la cabeza de la pértiga.

#### 4.1.3 Mano de obra, acabados y apariencia

- los componentes deben quedar sin porosidad en su estructura, rebabas, filos cortantes, grietas, cuarteaduras y otros defectos que afecten su manejo y funcionamiento,
- todas las partes de la grapa deben ser formadas, maquinadas y ensambladas con suficiente exactitud para una operación suave a mano, y el material de que se hagan debe ser tal que no tenga pérdidas por repetidos usos al torque de instalación recomendado, o vencimiento del resorte en caso de tratarse de grapas operadas por presión,
- las grapas de mordazas lisas deben tener superficies de contacto lisas, sin rebabas, bordes u otras protuberancias que puedan impedir su correcto funcionamiento,
- las grapas de mordazas estriadas deben tener superficies dispuestas longitudinalmente a nivel, que, con el movimiento de la grapa, tal como lo especifica el Proveedor, debe proporcionar un efecto de limpieza en la superficie del conductor donde se instala.

TABLA 1 - Capacidades de las grapas para aterrizaje

Resistencia a la torsión			Propiedades eléctricas al corto circuito									
Grado	Punto de cedencia	Punto de ruptura	Capacidad de resistencia a una corriente simétrica en kA rcm a 60 Hz		Capacidad última de resistencia a una corriente simétrica en kA rcm a 60 Hz						Capacidad de corriente continua en rcm a 60 Hz.	Tamaño mínimo de cable con terminal instalada a igual o mayor
	N-m	N-m	15 Hz 250 MS	30 Hz 500 MS	Tamaño cable cobre	6 Hz 100 MS	15 Hz 500 MS	30 Hz 500 MS	60 Hz 1 seg.	Tamaño max.de cable probado		
1	32	37	14.5	10	2	29	18	13	9	2/0	200	2
2	32	37	21	15	1/0	47	30	21	14	4/0	250	1/0
3	32	37	27	20	2/0	59	37	26	18	4/0	300	2/0
4	37	45	36	25	3/0	74	47	33	23	250 MCM	350	3/0
5	37	45	43	30	4/0	94	60	42	29	250 MCM	400	4/0
6	37	45	54	39	250MCM δ 22/0	120	70	49	35	350 MCM	450	250 MCM δ 22/0
7	37	45	74	54	350MCM δ 24/0	150	98	69	49	550 MCM	550	350 MCM δ 24/0

#### 4.2 Terminales para Cable (para Uso en Equipos de Aterrizaje)

##### 4.2.1 Materiales

Las partes metálicas de las terminales para cable, fabricadas con aleación a base de aluminio o cobre, deben tener los siguientes requisitos:

- la de aleación a base de cobre debe tener como mínimo un 60% de este metal,
- la de aleación a base de aluminio debe tener como mínimo un 90% de este metal,
- la soldadura plomo/estaño, utilizada en terminales soldadas a base de cobre, no debe tener menos de 50% de estaño.

##### 4.2.2 Propiedades físicas y eléctricas

- las terminales de extremo cerrado en las que se utiliza el método de instalación de cable a compresión, debe tener un orificio de inspección y ventilación de 3 mm (0.125 pg) de diámetro que pase de lado a lado en el fondo del núcleo para el cable,
- las terminales deben aceptar cables para las cuales están diseñadas sin tener que alternar el trenzado de los alambres que los forman y puedan ser ensamblados a mano con sus grapas compatibles.

##### 4.2.3 Mano de obra, acabados y apariencia

Los componentes deben estar libres de defectos estructurales que afecten al funcionamiento, la instalación o ensamblado.

#### 4.3 Cables de Alta Conductividad para Conexión a Tierra

##### 4.3.1 Propiedades eléctricas

Las características eléctricas de estos conductores se especifican en las Tablas 2 y 3.

Los calibres requeridos para los cables para aterrizaje son establecidos por la AWG, cuyos números y dimensiones, comparados con el sistema métrico, aparecen en la Tabla 4.

TABLA 2 - Clasificación de cables para aterrizado (propiedades de corto circuito calculadas)

Calibre		Rango de resistencia de corriente simétrica en kA (rcm) a 60 Hz		Capacidad última en corriente simétrica kA (rcm) a 60 Hz				Rango de corriente continua a rcm a 60 Hz
Cobre	Aluminio	15 Hz (250 MS)	30 Hz (500 MS)	6 Hz (100 MS)	15 Hz (250 MS)	30 Hz (500 MS)	60 Hz 15	
# 2	1/0	14.5	10	29	18	13	9	200
1/0	3/0	21	15	47	30	21	14	250
2/0	4/0	27	20	59	37	26	18	300
3/0	250 MCM	36	25	74	47	33	23	350
4/0	300 MCM	43	30	94	60	42	29	400
250 MCM	350 MCM	54	39	120	70	49	35	450
350 MCM	500 MCM	74	54	150	98	69	49	550

EN LINEAS DE DISTRIBUCION

EQUIPO DE PUESTA A TIERRA Y EN CORTO CIRCUITO

CFE H0000-27

ESPECIFICACION

TABLA 3 - Clasificación de terminales de cable para aterrizado  
(propiedades de corto circuito-corriente simétrica kA rcm 60 Hz)

Grado	Tamaño de cable	Rango de resistencia		Rango último/capacidad				Rango de corriente continua rcm 60 Hz
		15 Hz	30 Hz	6 Hz	15 Hz	30 Hz	60 Hz	
1	2	14.5	10	29	18	13	9	200
2	1/0	21	15	47	30	21	14	250
3	2/0	27	20	59	37	26	18	300
4	3/0	36	25	74	47	33	23	350
5	4/0	43	30	94	60	42	29	400
6	250 MCM	54	39	120	70	49	35	450
7	350 MCM	74	54	150	98	69	49	550

TABLA 4 - Calibres requeridos para los cables para aterrizaje

Circular Mils	Equivalencia de Circular Mils	Calibre AWG	Calibre Sistema Métrico	Alambre trenzado No. de alambres y diam. p/cada uno		Diámetro completo aproximado	
			(mm <sup>2</sup> )	mm	pg	mm	pg
---	365.1 MCM	---	185	37/2.54	37/0.100	17.8	0.700
350 MCM	---	---	---	37/2.47	37/0.973	17.3	0.681
300	---	---	150	37/2.29	37/0.90	16.0	0.630
250 MCM	---	---	---	37/2.09	37/0.0822	14.6	0.575
---	237.8 MCM	---	120	37/2.06	37/0.81	14.4	0.567
211600	---	4/0	---	19/2.68	19/0.1055	13.4	0.520
---	187500	---	95	37/1.83	37/0.072	12.8	0.504
---	187500	---	95	19/2.57	19/0.101	12.8	0.505
167800	---	3/0	---	37/1.71	37/0.0673	12.0	0.471
167800	---	3/0	---	19/2.39	19/0.094	11.9	0.470
---	138100	---	70	19/2.18	19/0.086	10.9	0.430
133100	---	2/0	---	19/2.13	19/0.0837	10.6	0.419
105600	---	1/0	---	19/1.89	19/0.0745	9.46	0.373
---	98680	---	50	19/1.85	19/0.073	9.27	0.365
83690	---	1	---	19/1.69	19/0.0664	8.43	0.332
---	69070	---	35	19/1.55	19/0.061	7.75	0.305
---	69070	---	35	7/2.54	7/0.100	7.62	0.300
66360	---	2	---	7/2.47	7/0.0974	7.42	0.292

#### 4.3.2 Materiales

##### 4.3.2.1 Conductor

El conductor debe ser de acuerdo a las normas ASTM B-172 y B-173.

##### 4.3.2.2 Recubrimiento (forro)

El recubrimiento debe ser de acuerdo a las normas ASTM D-753, D-2768 y D-2770.

#### 4.3.3 Mano de obra, acabados y apariencia

Los cables deben estar libres de defectos estructurales que afecten su funcionamiento, instalación o ensamble.

#### 4.4 Marcado

##### 4.4.1 Marcado en los equipos

Cada equipo debe tener impreso en tinta indeleble o troquelado, el logotipo o nombre del Proveedor, así como la fecha de entrega y número de catálogo. Este marcado no debe afectar a la resistencia o funcionamiento de los equipos.

##### 4.4.2 Marcado en el empaque

Cada caja o estuche que contenga un equipo debe estar debidamente marcado con la lista de piezas de que consta. Dicha marca puede consistir en una etiqueta adhesiva que asegure su permanencia en la cubierta del empaque o estuche. Además, este estuche debe tener impreso el logotipo de Comisión de acuerdo a la especificación CFE L0000-09.

#### 4.5 Empaque

Los equipos de aterrizaje deben ser empacados en estuches o cajas que los protejan de golpes o maltrato durante su transporte o almacenaje.

### 5 CONTROL DE CALIDAD

#### 5.1 Pruebas Prototipo

Son aquellas que se deben efectuar para verificar que los equipos de puesta a tierra cumplen con las características indicadas en esta especificación.

Las pruebas prototipo se deben realizar antes de formalizar el pedido, ante la presencia de un inspector de Laboratorio de Comisión en el mismo local del Proveedor si éste cuenta con los equipos necesarios, o enviarse al Laboratorio de Comisión con cargo al Proveedor en caso contrario. El número de muestras tomadas al azar debe ser de tres equipos completos.

Las pruebas prototipo son las siguientes:

- a) Inspección visual.
- b) Verificación dimensional.
- c) Resistencia a la tensión mecánica.
- d) Capacidad eléctrica al corto circuito.

## 5.2 Pruebas de Aceptación

Son aquellas que se deben realizar en presencia de un inspector de Laboratorio de Comisión con el propósito de aceptación, ya sea en el local del Proveedor o en las instalaciones de Comisión.

En cada lote de entrega se deben efectuar las pruebas y verificaciones, mismas que se deben realizar de acuerdo al plan de muestreo siguiente: inspección 100%.

Las pruebas de aceptación son las siguientes:

- a) Inspección visual.
- b) Verificación dimensional.

## 6 METODOS DE PRUEBA

### 6.1 Inspección Visual

#### 6.1.1 Objetivo

Esta prueba tiene por objeto detectar roturas, defectos, rayaduras o irregularidades superficiales en los componentes del equipo, que puedan afectar su capacidad de funcionamiento.

#### 6.1.2 Aparatos y equipo

- a) Mesa.

#### 6.1.3 Preparación de la muestra

Se extrae el equipo de su empaque y se coloca sobre la mesa.

#### 6.1.4 Procedimiento

Se procede a revisar el equipo para posibles defectos, fracturas o rayaduras.

### 6.1.5 Resultado

Si el equipo no presenta grietas, fracturas, rayaduras o defectos que puedan afectar su resistencia mecánica o funcionamiento, la prueba se considera satisfactoria.

### 6.1.6 Reporte

El reporte debe incluir la información siguiente:

- a) Nombre del Proveedor.
- b) Tipo de equipo.
- c) Número de especímenes.
- d) Defectos encontrados.
- e) Criterio de aceptación o rechazo.
- f) Fecha.

## 6.2 Verificación Dimensional

### 6.2.1 Objetivo

Verificar que las dimensiones de los componentes del equipo de puesta a tierra estén dentro de los valores indicados en esta especificación.

### 6.2.2 Aparatos y equipo

- a) Mesa.
- b) Cinta métrica.
- c) Micrómetro.

### 6.2.3 Preparación de la muestra

Se saca el equipo de su estuche o caja.

### 6.2.4 Procedimiento

Se coloca el equipo sobre la mesa y se procede a efectuar la medición.

### 6.2.5 Resultado

Si las dimensiones del equipo están dentro de los valores que establece esta especificación, la prueba se considera satisfactoria.

### 6.2.6 Reporte

El reporte debe incluir la siguiente información:

- a) Nombre del Proveedor.
- b) Tipo de equipo.
- c) Número de especímenes.
- d) Dimensiones.
- e) Criterio de aceptación o rechazo.
- f) Fecha.

## 6.3 Resistencia a la Tensión Mecánica

### 6.3.1 Objetivo

Verificar que la resistencia a la tensión mecánica del equipo de puesta a tierra cumple con los requerimientos de esta especificación.

### 6.3.2 Aparatos y equipo

Los aparatos y equipo necesarios para efectuar esta prueba son los que se indican en la norma ASTM-E8.

### 6.3.3 Preparación de la muestra

La preparación de la muestra debe realizarse de acuerdo a la norma ASTM-E8.

### 6.3.4 Procedimiento

El procedimiento a seguir es el indicado en la norma ASTM-E8.

### 6.3.5 Resultados

Si la resistencia a la tensión mecánica de las partes conductoras hechas de aleación a base de cobre y aluminio es de 207 MPa ( $3 \times 10^4$  lb/pg<sup>2</sup>), la prueba se considera satisfactoria.

### 6.3.6 Reporte

El reporte debe incluir la siguiente información:

- a) Nombre del Proveedor.
- b) Tipo de equipo.
- c) Número de especímenes.
- d) Resistencia a la tensión mecánica.
- e) Criterio de aceptación o rechazo.
- f) Fecha.

## 6.4 Capacidad Eléctrica al Corto Circuito

### 6.4.1 Objetivo

Verificar que la capacidad eléctrica al corto circuito de las partes conductoras del equipo de puesta a tierra, cumple con los requerimientos de esta especificación.

### 6.4.2 Aparatos y equipo

Los aparatos y equipo necesarios para la realización de esta prueba, son los que se indican en la norma ANSI C37.05.

### 6.4.3 Preparación de la muestra

La preparación de la muestra se hará de acuerdo a lo indicado en la norma ANSI-C37.05.

### 6.4.4 Procedimiento

El procedimiento a seguir para la realización de esta prueba es el que se indica en la norma ANSI C37.05.

### 6.4.5 Resultado

Si la capacidad eléctrica al corto circuito del equipo probado se encuentra dentro de los valores indicados en las Tablas 1, 2 y 3 de acuerdo con el grado o calibre de los elementos, la prueba se considera satisfactoria.

**6.4.6 Reporte**

El reporte debe incluir la siguiente información:

- a) Nombre del Proveedor.
- b) Tipo de equipo.
- c) Número de especímenes.
- d) Capacidad eléctrica (en kA).
- e) Criterio de aceptación o rechazo.
- f) Fecha.