

**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
542:1999**

**TABLEROS ELÉCTRICOS PARA
ALUMBRADO Y ARTEFACTOS Y
DE DISTRIBUCIÓN HASTA 600 V,
1600 A Y DE MÁXIMO 42
CIRCUITOS RAMALES CON
INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS
EN CAJA MOLDEADA.**

1^{ra} Revisión



CODELECTRA
COMITE DE ELECTRICIDAD DE VENEZUELA



FONDONORMA

PRÓLOGO

La presente norma sustituye totalmente a la Norma Venezolana **COVENIN 542:1971 Tableros de Alumbrado y Fuerza**, fue revisada de acuerdo a las directrices del Comité Técnico de Normalización **CT-11 Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones**, por el Subcomité Técnico **SC-8 Equipos de Protección** y aprobadas por FONDONORMA en la reunión del Consejo Superior N° 4 de fecha **14-04-99**.

En la revisión de esta Norma participaron las siguientes entidades:

ANATAVE
ABB-ASEA BROWN BOVERI
AEG DE VENEZUELA, S.A.
AES, C.A.
AIESA
BIEMCA
COMPLEX
CORP. METALCONTACT, C.A.
CUTLER HAMMER DE VZLA.
DATA POWER DEAR
ELECTRICOS GUR, C.A.
FEECA, C.A.
GENTE, C.A.
INDUSTRIAS TEYCER
INDUSTRIAS TRIAL, S.A.
INESLA
INSPECTRA
K & H TECNICA, C.A.
KLOCKNER MOELLER / SOMERINCA
MGNO, C.A.
MARESA, S.A.
MASTER CIRCUITO, C.A.
METAL ELECTRIC, C.A.
METALURGICA ORION, C.A.
ORION ELECTRONICA, C.A.
ROCKWELL AUTOMATION DE VZLA.
ROMI, C.A.
SERWEST, C.A.
SIEMENS, S.A.
TABLE, C.A.
TABLESUR, C.A.
TALLER ELECTROMECHANICO EZETA
TEMI, C.A.
TERMAQ GENERAL ELECTRIC (ED & C)
VALECTRA

ÍNDICE

	Páginas
1. Introducción	1
2. Objeto	1
3. Referencias normativas	2
4. Definiciones	3
4.1 Unidades de medición	3
4.2 Caja; gabinete	3
4.3 Conductor de puesta a tierra; puente de aterramiento	3
4.4 Conductor de neutro	3
4.5 Conductor puesto a tierra; conductor aterrado	3
4.6 Ensamble de neutro; neutro firme	3
4.7 Envolvente	3
4.8 Equipos de servicio	3
4.9 Petroquelados; knock-outs	3
4.10 Servicio (Suministro)	3
4.11 Tablero encerrado	3
4.12 Tablero con barras divididas	3
4.13 Tablero con terminales dobles	3
4.14 Tablero de distribución de ramales o de fuerza	4
4.15 Tablero secundario para alumbrado y artefactos	4
4.16 Tamaño del bastidor (Frame)	4
4.17 Tapa de frente muerto	4
4.18 Tapa de reserva	4
4.19 Terminal atornillable	4
4.20 Terminal de derivación	4
4.21 Terminal de paso	4
4.22 Terminal intermedio	4
4.23 Terminal para cable a compresión	4
4.24 Terminal principal	4
4.25 Terminales; conectores	4
5. Clasificación y designación	4
5.1 Clasificación	4
5.2 Designación e identificación de los tableros	5
6. Requisitos	6
6.1 Diseño y construcción	6
6.2 Las envolventes (cajas y gabinetes)	7
6.3 Bases y soportes de material aislante	8
6.4 Tapas de frente muerto, barreras y divisiones	8
6.5 Tapas de reserva	9
6.6 Partes conductoras de corriente	9
6.7 Terminales de alambrado	12
6.8 Interruptores automáticos en caja moldeada	13
6.9 Protección contra falla a tierra	13
6.10 Separaciones y distancias mínimas	15
6.11 Espacios para el cableado	16
6.12 Puesta a tierra y sus conexiones	18
7. Métodos de ensayo	18

7.4	Ensayos de tipo	18
7.5	Ensayos de rutina	21
8.	Expresión de los resultados	22
8.2	Certificaciones	22
9.	Marcación	23
9.22	Protección contra falla a tierra	25
Bibliografía		25
Tabla Nº 1. Tensiones nominales normalizadas para los efectos de esta norma		27
Tabla Nº 2. Separaciones		27
Tabla Nº 3. Capacidad del interruptor automático principal en relación con las barras principales del tablero		28
Tabla Nº 4. Capacidad de conducción de corriente de conductores aislados		29
Tabla Nº 5. Calibre del conductor del electrodo de puesta a tierra y del puente de conexión principal		31
Tabla Nº 6. Espacio para doblamiento del conductor en terminales		32
Tabla Nº 7. Ancho mínimo de canaleta y espacio para doblamiento de conductores		33
Tabla Nº 8. Espacio para cableado		34
Tabla Nº 9. Conductores de puesta a tierra		35
Tabla Nº 10. Aumento de las temperaturas máximas admisibles		36
Tabla Nº 11. Pares de ajustes (Torques) para fabricación y pruebas		37
Figura Nº 1. Arandelas de presión y arandelas planas		38
Figura Nº 2. Ilustración para determinar el espacio de doblamiento para conductores		39
Figura Nº 3. Medición de las distancias de los espacios de doblamiento de conductores		40
Figura Nº 4. Restricciones del doblamiento de conductores		41
Figura Nº 5. Diagrama del cableado del circuito de ensayo para corriente momentánea de cortocircuito		42
Anexo A. Lista de verificaciones		43
Anexo B. Protocolo general de pruebas		44

NORMA VENEZOLANA
TABLEROS ELÉCTRICOS PARA ALUMBRADO,
ARTEFACTOS Y DE DISTRIBUCIÓN HASTA 600 V,
1600 A Y DE MÁXIMO 42 CIRCUITOS RAMALES
CON INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS EN CAJA
MOLDEADA

COVENIN
542:1999

INTRODUCCIÓN.

El conjunto de tableros del tipo "FRENTE MUERTO", en las normas norteamericanas (ANSI) se dividen en dos (2) grupos:

1. Tableros en cajas y gabinetes superficiales o empotrados hasta 600 V, 1600 A y de máximo 42 circuitos ramales (panelboards).
2. Tableros en celdas autosoportantes hasta 600 V, 6000 A y sin límite de circuitos ramales (Dead - Front Distribution Switchboards).

El primer grupo está cubierto por las normas ANSI / NEMA PB-1 y ANSI / UL 67 y el segundo grupo por ANSI / NEMA PB-2 y ANSI / UL 891.

Ambas normas incluyen tableros equipados con interruptores en caja moldeada del tipo fijo o enchufable, interruptores con o sin fusibles, interruptores tipo cuchilla y equipos para acometidas de servicio de las empresas del suministro eléctrico.

En Venezuela hay tres (03) normas COVENIN que cubren en parte los tableros del tipo "FRENTE MUERTO":

- **COVENIN 542:1.971** Tableros de Alumbrado y Fuerza.
- **COVENIN 1568:1.980** Tableros Eléctricos hasta 600 V y 4000 A con interruptores termomagnéticos en caja moldeada.
- **COVENIN 1631:1.980** Tableros Eléctricos para uso en viviendas.

Las tres normas fueron elaboradas a base de las normas norteamericanas NEMA PB-1 (1957) y UL 67 (1974), ediciones ya obsoletas.

En vista de que en nuestra región no se usan tableros con interruptores con o sin fusibles, ni del tipo de cuchilla, ni se incluyen los equipos de acometidas de servicio, se limitó el alcance de las tres normas revisadas en la forma siguiente:

- La norma COVENIN 542, basada en las normas ANSI / UL - 67 (1993) y NEMA PB-1 (1995), ambas tituladas "PANELBOARDS", cubre los tableros para alumbrado, artefactos y de distribución, en cajas (gabinetes) superficiales y empotradas, hasta 600 V, 1600 A y de máximo 42 circuitos ramales, usando exclusivamente interruptores en caja moldeada del tipo atornillado.
- Por cambiar el objeto de la norma venezolana COVENIN 1568, este número se elimina y se sustituye por ESQUEMA 11:8-009 (1998), basada en las normas ANSI / UL 891 (1993) y NEMA PB-2 (1989), ambas tituladas (Dead - Front Distribution Switchboards), cubre los tableros llamados "Centros de Fuerza y Distribución (CFD)", hasta 600 V y 6300 A, en celdas autosoportantes, utilizando interruptores en caja moldeada.
- La norma COVENIN 1631, basada en las normas COVENIN 542, ANSI / UL - 67 (1993) y NEMA PB-1 (1995), cubre los tableros residenciales en cajas empotradas, hasta 240 V, 400 A y de máximo 24 circuitos ramales, utilizando exclusivamente interruptores en caja moldeada del tipo enchufable (plug - in).

Aunque ni las normas UL ni las NEMA son de aplicación obligatoria, su aceptación como tal es costumbre en los Estados Unidos de Norteamérica. En adición: una norma UL no puede ser reconocida, catalogada o listada para su aplicación, si la totalidad de sus componentes no esté cubierta individualmente por otra norma UL, salvo pocas excepciones. Como estas condiciones no existen en nuestra región, no se han tomado en consideración tales referencias.

1. OBJETO

Esta norma venezolana contiene los requisitos básicos de diseño, fabricación, identificación y ensayos para los tableros eléctricos para alumbrado, artefactos y de distribución, utilizando exclusivamente interruptores automáticos en caja moldeada del tipo atornillado, hasta 600 V, 1600 A y de máximo 42 circuitos ramales.

Los tableros residenciales, utilizando interruptores automáticos en caja moldeada del tipo enchufable y los otros tableros, tales como los Centros de Fuerza y

Distribución (CFD), los de servicios de alimentación principal con o sin medidores de KWH y los que utilizan seccionadores bajo carga o interruptores tipo cuchilla con o sin fusibles, no están cubiertos por esta norma.

Los tableros amparados por esta norma venezolana deben ser aptos para operar satisfactoriamente bajo las condiciones ambientales siguientes:

- Altitud sobre nivel del mar hasta 2000m (6600 pies).
- Temperatura ambiente: 40° C. con un promedio de 35° C en 24 horas.
- Humedad relativa: El promedio durante el período de un mes no debe exceder el 90 %, ni el promedio de 95 % durante 24 horas.

Los tableros pueden ser instalados en interiores de edificaciones o a prueba de intemperie, en condiciones ambientales correspondientes a las clasificaciones establecidas en la norma venezolana COVENIN 3399. La ejecución básica corresponde a la designación IP21 / IN 1 s O; (protegida contra el acceso con un dedo, la penetración de objetos mayores de 12,5 mm y la caída vertical de gotas, en un ambiente natural controlado, sin ventilación y no expuesta a la radiación solar); para otras ejecuciones es recomendable consultar al fabricante.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas COVENIN contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta norma.

Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación, pero, como cada norma está sujeta a revisión, se recomienda analizar la conveniencia de usar las ediciones más recientes de las normas citadas a continuación:

- COVENIN 200:1.990** Código Eléctrico Nacional.
- COVENIN 364:1.976** Lámina Magnética de Granos no Orientados, Laminados en Caliente o Laminados en Frío.
- COVENIN 397:1.996** Alambres y Cables Monopolares Aislados con Termoplástico para 600 V.
- COVENIN 451:1.993** Cobre Recocido para Uso Eléctrico.
- COVENIN 540:1.998:** Grados de Protección de las Envolturas (cajas y gabinetes) utilizadas en media y baja tensión. (Código IP).

- COVENIN 725:1.982** Definiciones Relativas al Aparataje.
- COVENIN 778:1.976** Barras de Distribución de Cobre, Rectangulares, Redondas o en Forma de Perfil.
- COVENIN 788:1.976** Lingotes de Cobre para Uso Eléctrico.
- COVENIN 1313:1.977** Tornillos Hexagonales.
- COVENIN 1314:1.977** Pernos Hexagonales.
- COVENIN 1631:1.999** Tableros Eléctricos para Uso en Viviendas.
- COVENIN 2495:1.988** Interruptores Automáticos en Caja Moldeada hasta 600 V y 3000 A (provisional).
- COVENIN 2578:1.989** Materiales Aislantes; Determinación de la Resistencia o Conductancia en Corriente Continua.
- COVENIN 2783:1.998** Tableros Eléctricos de Media y Baja Tensión: Definiciones.
- COVENIN 2784:1.998** Tableros Eléctricos de Media y Baja Tensión: Empaque, Carga, Transporte y Almacenamiento.
- COVENIN 2800:1.998** Tableros Eléctricos de Media y Baja Tensión: Instalación y Puesta en Servicio.
- COVENIN 2811:1.998** Tableros Eléctricos de Media y Baja Tensión: Documentación Técnica.
- COVENIN 2941:1992** Tableros Eléctricos: Métodos de Ensayo.
- COVENIN 3398:1.998** Grados de Protección Proporcionados por las Envolturas (cajas y gabinetes) utilizados en Media y Baja Tensión Contra los Daños Mecánicos.
- COVENIN 3399:1.998** Grados de Protección de las Envolturas (cajas y gabinetes) contra las Influencias del Medio Ambiente.
- COVENIN 11:8-009** Centros de Fuerza y Distribución (CFD) hasta 600 V

y 6300A, en Celdas Autosoportantes, Utilizando Interruptores en Caja Moldeada.

4. DEFINICIONES

En la presente norma se aplican las definiciones contempladas en las normas venezolanas COVENIN 725 y 2783, así mismo las definiciones particulares siguientes:

4.1 UNIDADES DE MEDICIÓN

A lo largo del texto de esta norma venezolana se utilizan las unidades de medición internacionales normalizadas "SI". Si una unidad de medida está seguida por otra en paréntesis, esta segunda es una aproximación, ya que la primera unidad constituye el requisito.

Salvo condiciones explícitas, todos los valores de tensión (voltios) y de intensidad (Amperes) son eficaces valores RMS - Root Mean Square.

4.2 CAJA; GABINETE

Una envolvente diseñada para montaje superficial o empotrado, con un marco, en el cual pueden ubicarse una o varias puertas.

4.3 CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA; PUENTE DE ATERRAMIENTO

Es un conductor que se usa:

- Para conectar el circuito puesta a tierra de un sistema de cableado al electrodo de tierra.
- Para conectar las partes metálicas de la envolvente, de los equipos, de los ductos de barras y de otros elementos no energizados al electrodo y/o a la barra de tierra.

4.4 CONDUCTOR DE NEUTRO

Es un conductor que está conectado al punto central de un sistema monofásico de 3 hilos, al punto común de un sistema trifásico en estrella o al punto central de un devanado de un sistema trifásico en delta.

4.5 CONDUCTOR PUESTO A TIERRA; CONDUCTOR ATERRADO

Es un conductor del sistema o del circuito, que se encuentra puesta a tierra (aterrada) intencionalmente.

4.6 ENSAMBLE DE NEUTRO; NEUTRO FIRME

Un ensamble consistente de un número adecuado de terminales para proporcionar la conexión de los cables de neutro de la acometida y de la carga.

4.7 ENVOLVENTE

Una caja o gabinete construida para proporcionar un grado de protección a personas contra contacto incidental con el equipo encerrado, así mismo para proporcionar un grado de protección del equipo encerrado contra ciertas condiciones ambientales.

4.8 EQUIPOS DE SERVICIO

Consiste en los equipos necesarios, generalmente un interruptor con fusibles o un interruptor automático y sus accesorios, ubicados cerca de la entrada de los conductores de alimentación a una edificación, o a un área especialmente definida con tal fin, con la intención de establecer un punto de corte y control sobre el suministro de la energía eléctrica.

4.9 PRETROQUELADOS; KNOCK - OUTS

Es una porción de una pared de una envolvente que puede ser removida fácilmente durante la instalación, en orden de proporcionar una abertura no roscada para poder introducir ductos, conectores de cables o sus accesorios.

4.10 SERVICIO (SUMINISTRO)

Indica el suministro de la energía eléctrica desde fuentes, generalmente de las empresas de servicio público y privado.

4.11 TABLERO ENCERRADO

Un tablero que se encuentra montado dentro de una envolvente, caja o gabinete adecuada.

4.12 TABLERO CON BARRAS DIVIDIDAS

Es un tablero, donde dos o más barras principales, alimentando grupos de ramales con dispositivos contra sobrecorriente, son alimentadas desde circuitos o subcircuitos diferentes.

4.13 TABLERO CON TERMINALES DOBLES

Un tablero que tiene dos juegos de terminales principales de alimentación, cada uno con capacidad de corriente para alimentar el tablero.

4.14 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE RAMALES O DE FUERZA

Es un tablero tipo panel que contiene dispositivos de corte y de protección contra sobrecorriente, usado principalmente:

- Para alimentar circuitos de distribución en tableros secundarios de alumbrado y de artefactos y en otros tipos de tableros de distribución.
- Para alimentar otros tipos de circuitos que no son ni de alumbrado ni de artefactos.

4.15 TABLERO SECUNDARIO PARA ALUMBRADO Y ARTEFACTOS

Es un tablero eléctrico que tiene más del 10% de sus dispositivos contra sobrecorriente menor de 30 A y para los cuales se han previsto conexiones al neutro. No está permitido instalar más de 42 dispositivos contra sobrecorriente en una envolvente para este tipo de tablero.

4.16 TAMAÑO DEL BASTIDOR (FRAME)

Se aplica a un grupo de interruptores que son físicamente intercambiables entre ellos. El tamaño del bastidor (frame) se expresa en amperes y corresponde a la capacidad nominal mayor dentro del grupo. Los grupos pueden ser o no intercambiables entre ellos, dependiendo de que son suministrados por uno o por varios fabricantes.

4.17 TAPA DE FRENTE MUERTO

Una tapa que cubre la totalidad de la parte frontal del tablero, tiene una puerta de acceso con cerradura y es desmontable desde afuera.

4.18 TAPA DE RESERVA

Es una placa utilizada con el propósito de cerrar una abertura prevista para un interruptor en caja moldeada no instalado.

4.19 TERMINAL ATORNILLABLE

Se trata de un terminal (conector) para cables de uso múltiple, para lo cual el conductor (cable o alambre) se asegura por presión mecánica, aplicada por medio de un tornillo integral, con un cono u otra pieza mecánica.

4.20 TERMINAL DE DERIVACIÓN:

Es un terminal (conector) previsto para la conexión de un conductor (alambre o cable):

- A la barra colectora entre el terminal principal y el interruptor principal.

- A la barra colectora aguas abajo del interruptor principal.

4.21 TERMINAL DE PASO:

Es un terminal (conector) que se encuentra en el lado opuesto del terminal o interruptor principal, al final de la barra colectora y está previsto para la conexión de un conductor (alambre o cable) de salida.

4.22 TERMINAL INTERMEDIO

Es un terminal (conector) instalado en el canal de cables del tablero y está previsto para conectar:

- Un conductor de entrada o salida o el alimentador principal.
- Dos juegos de cables de salida secundaria.

4.23 TERMINAL PARA CABLE A COMPRESIÓN:

Un terminal no reusable en el cual la presión para fijar el terminal (conector) al conductor eléctrico es aplicada por medio de una herramienta que es retirada después del servicio, deformando el conector y el conductor.

4.24 TERMINAL PRINCIPAL

Es un terminal (conector) previsto para la conexión de un conductor de alimentación.

4.25 TERMINALES; CONECTORES

Son terminales previstos para la conexión de conductores a un tablero o para realizar conexiones entre componentes de un tablero.

5. CLASIFICACIÓN Y DESIGNACIÓN

5.1. CLASIFICACIÓN

Un tablero se debe clasificar según su utilización, su capacidad de corriente en amperios, su tensión en voltios, su frecuencia y su capacidad de resistencia a cortocircuitos.

5.1.1 Clasificación según su utilización.

5.1.1.1 Tableros para alumbrado y artefactos (circuitos ramales para tomacorrientes) conteniendo hasta el 90 % de sus interruptores automáticos menores de 30 A y conectados entre una fase y el neutro. Designación : TA.

5.1.1.2 Tableros de distribución y fuerza.

Designación : TD

5.1.2 Clasificación según su tensión nominal.

5.1.2.1 La tensión nominal de un tablero no debe ser mayor de 600V, ni sobrepasar la tensión de cualquier de sus componentes que está conectado conductivamente al circuito de alimentación principal.

5.1.2.2 Tanto los tableros para alumbrado y artefactos como de distribución deben ser diseñados para aplicación de uno o varios sistemas de tensión indicados en la tabla 1.

5.1.2.3 Una clasificación en corriente alterna debe incluir el número de fases y el número de los conductores (o hilos) del tablero.

Se pueden usar las abreviaciones "c.a." por corriente alterna, c.d. por corriente directa (o continua), el símbolo "Ø" o la letra "F" por fases y la letra "H" por hilos.

Ejemplo: 480 / 277 V, c.a., 3 Ø, 4 H, define un circuito trifásico de corriente alterna, de 480 / 277 voltios, tres fases y 4 hilos.

5.1.3 Clasificación según su corriente nominal.

5.1.3.1 La corriente nominal de un tablero no debe ser mayor que la capacidad de corriente de sus barras principales o la corriente nominal del disparo de su interruptor automático principal. Si un tablero no tiene interruptor automático principal, su clasificación corresponde a la capacidad nominal de sus barras principales o de su interruptor no-automático principal.

5.1.3.2 La corriente nominal de un tablero debe ser preferiblemente (pero no exclusivamente) uno de los siguientes valores: 60 A, 125 A, 250 A, 400 A, 500 A, 600 A, 800 A, 1000 A, 1200 A y 1600 A. Se permite, pero no se recomienda, usar valores intermedios entre 30 y 450 A.

5.1.4 Clasificación según su frecuencia.

La frecuencia de un tablero para corriente alterna debe ser 50, 60 ó 50/60 ciclos por segundo. (Hertz, Hz). Si un tablero es apto para ser utilizado en corriente directa (c.d.) esta condición debe ser indicada en la placa de identificación. Sobre aplicaciones de otras frecuencias se recomienda consultar al fabricante.

5.1.5 Clasificación según su capacidad de resistencia a cortocircuitos.

5.1.5.1 La capacidad de resistencia a cortocircuitos nominal de un tablero no debe ser mayor que la capacidad de resistencia al cortocircuito de cualquier de sus componentes. La capacidad nominal de resistencia a cortocircuitos debe ser expresada en kilo - amperes simétricos RMS. (KA).

Excepción: se permite asignar una capacidad nominal de cortocircuito mayor en los casos, cuando los interruptores automáticos son combinados en cascada, con las condiciones que:

- Su diseño permite esta aplicación.
- Que la combinación presentada esté comprobada con ensayos los cuales garantizan, que esta resiste a los esfuerzos mayores.

5.1.5.2 La capacidad nominal de resistencia a cortocircuitos de un tablero debe corresponder a uno de los siguientes valores: 5, 7,5, 10, 14, 18, 20, 22, 25, 30, 35, 42, 50, 65, 85, 100, 125, 150 ó 200 Kiloamperes (KA) simétricos RMS, siempre indicando la tensión aplicable (120, 240, 480 ó 600 V). En casos de tensiones especiales el fabricante debe ser consultado.

5.2 DESIGNACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS TABLEROS

Se recomienda que cada tablero para alumbrado, artefactos y de distribución sea designado con el sistema de identificación siguiente:

5.2.1 Las primeras dos letras identifican el tipo de tablero:

- Tableros para alumbrado y artefactos. TA.
- Tableros de distribución. TD.

5.2.2 La primera cifra de después de TA/TD significa la tensión máxima del diseño

- 2 por 240 voltios
- 4 por 480 voltios
- 6 por 600 voltios

5.2.3 La segunda cifra indica el número de conductores (hilos) del sistema:

- por 1 fase / 2 hilos, de 120 Vc.a. o 125 V c.d.
- por 1 fase / 3 hilos ó 3 fases / 3 hilos en c.a. y 1 fase / 3 hilos en c.d.
- por 3 fases / 4 hilos en c.a.

5.2.4 Las próximas dos cifras, o sea: la tercera y cuarta, indican el número de circuitos ramales, desde 2 hasta 42 circuitos, siempre en números par.

5.2.5 La letra que sigue, indica, si el tablero tiene interruptor principal (Designación "AB") o no, en este último caso con terminales (Lugs) para la alimentación (Designación "L").

5.2.6 Las cifras siguientes indican la ampacidad del interruptor principal, o de las barras principales en el caso de que no haya interruptor principal.

5.2.7 Ejemplos de la designación e identificación.

5.2.7.1 Un tablero designado con el código TA2324L250 significa:

	TA	2	3	24	L	250
Se trata de un tablero de alumbrado.						
Es de 240 Voltios						
De una fase / 3 hilos						
De 24 circuitos						
Sin interruptor principal						
Con barras de 250 amperios						

5.2.7.2 Un tablero designado con el código TA2430AB400 significa:

	TA	2	4	30	AB	400
Es un tablero para alumbrado y artefactos.						
De 208 / 120 Voltios (aislamiento 240 V).						
De tres fases / 4 hilos						
De 30 circuitos ramales						
Con un interruptor principal						
De 400 amperes						

5.2.7.3 Un tablero designado con el código TD4442AB600 significa:

	TD	4	4	42	AB	600
Se trata de un tablero de distribución.						
De 480 Voltios						
De tres fases / 4 hilos						
De 42 circuitos						
Con un interruptor principal						
De 600 amperes						

NOTA: La utilización del sistema de identificación anterior no es un requisito sino una recomendación; el fabricante puede usar cualquier otra codificación según su criterio propio, siempre y cuando sea suficientemente clara.

6. REQUISITOS

6.1 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

6.1.1 Un tablero para alumbrado, artefactos y de distribución debe ser de diseño normalizado, uniforme en su ejecución y bien acabado en todos sus detalles, según las mejores costumbres del arte.

6.1.2 Un tablero para alumbrado, artefactos y de distribución puede ser diseñado para montaje superficial, para ser empotrado en una pared o para ser colocado sobre una base o pedestal.

6.1.3 Un tablero para alumbrado, artefactos y de distribución debe tener más de un circuito ramal o secundario. Los terminales de paso son considerados como subdivisiones de circuitos y no como circuitos secundarios.

6.1.4 Un tablero para alumbrado, artefactos y de distribución no debe tener más de cuarenta y dos (42) circuitos ramales, aparte del interruptor principal. Para el propósito de este requisito, cada dispositivo de sobrecorriente está considerado como un circuito: un interruptor automático bipolar (de dos (2) polos), contiene dos (2) circuitos y un tripolar equivale a tres (3) circuitos.

6.1.5 No debe ser empleada una envolvente común para dos o más tableros. Las cajas de dos o más tableros, cada una cumpliendo con la limitación de 42 circuitos ramales, pueden ser unidas por medio de tornillería, remaches o soldadura para formar un marco común, con la condición que no haya más de una abertura de máximo 102 mm (4 pulgadas) de diámetro entre las paredes que unen las dos cajas. El uso de tabiques o barreras, con o sin aberturas para subdividir una envolvente que tenga más de 42 circuitos ramales, no es aceptable, sin embargo una envolvente común con dos paredes colindantes unidas a cara completa, es aceptable. Los pretroquelados (knock-outs) en las dos paredes unidas, si no están removidas, no son consideradas como aberturas.

6.1.6 Con referencia al artículo anterior, si en un tablero existen espacios libres donde se pudieran acomodar interruptores secundarios adicionales, las barras principales no deben tener perforaciones o si las tiene, estas tienen que ser taponadas con remaches o tornillos, con el fin de impedir la instalación de barras ramales adicionales. Montar una tapa frontal sobre las perforaciones no permitidas en las barras principales en vez de taponarlas, no es aceptable.

6.1.7 Ningún equipo eléctrico debe ser conectado aguas arriba del interruptor principal, con excepción de:

- Transformadores de medición de potencial y corriente.
- Derivaciones (shunts) de alta impedancia.
- Dispositivos protectores de sobretensión (pararrayos)
- Circuitos de control del interruptor principal operable a control remoto y que incluya un sistema de protección de falla a tierra.

6.1.8 Todos los interruptores, con o sin dispositivos de protección contra sobrecorriente, deben ser del tipo de caja moldeada, con conexiones atornilladas por medio de terminales (conectores) en ambos lados. Un juego de terminales puede ser omitido en casos de conexión directa a una barra principal o ramal.

6.1.9 Se considera que un circuito ramal, que tenga conexión al neutro del tablero y que tenga protección contra sobrecorriente de 30 A o menos, es un circuito de alumbrado y de artefactos. Todos los interruptores automáticos utilizados en esta condición deben ser aptos para funcionar correctamente conectados entre una fase y el neutro puesto a tierra.

6.1.10 Un tablero para alumbrado, artefactos y de distribución debe estar completo al salir de la fábrica. Se permite la instalación de interruptores, principal y secundarios, posterior o independiente del despacho del tablero, si esto es posible utilizando solamente herramientas convencionales y si el barraje correspondiente se encuentra previamente instalado.

6.1.11 Si un tablero está diseñado para poder usarse con o sin barra de neutro, no es necesario montar esta barra en la fábrica, siempre y cuando se envía aparte un juego de barras de neutro completamente ensamblado, incluyendo soportes, aisladores, puentes y terminales y si tanto el tablero como el juego de barras de neutro están debidamente identificados y marcados para facilitar su instalación en el campo sin la necesidad de herramientas especiales.

6.1.12 Al ser despachado un tablero sin los interruptores y con los extremos de las barras sueltos, estas puntas deben ser aseguradas para evitar que causen daños a sí mismo o al tablero. En el caso de que el extremo suelto corresponde a la carga (o salida), se debe asegurar las puntas con piezas aislantes adecuadas o cubrirlas con cinta aislante. Este mismo procedimiento debe ser aplicado a los circuitos ramales de reserva no equipados.

6.1.13 No se debe usar contactos deslizantes (o enchufables) para la instalación futura de un interruptor principal o de terminales de cables principales.

6.2 LAS ENVOLVENTES (CAJAS Y GABINETES)

Cada tablero para alumbrado, artefactos y de distribución consiste de una envolvente (caja o gabinete) conteniendo un bastidor y un marco con una puerta, aparte de las partes activas y de los interruptores en caja moldeada.

6.2.1 Los grados de protección de las envolventes deben corresponder a la norma venezolana COVENIN 540, la protección contra las influencias del medio ambiente a la norma COVENIN 3399 y la protección eventual contra los impactos mecánicos a la norma COVENIN 3398.

6.2.2 La envolvente de un tablero para alumbrado, artefactos y de distribución debe ser suficientemente rígido como para resistir los esfuerzos electromecánicos a los que puede ser expuesta.

6.2.3 La profundidad de la envolvente debe permitir que la puerta se cierre independientemente de que cualquier interruptor esté en posición abierto o cerrado o cuando su accionamiento esté en movimiento entre estas dos posiciones.

6.2.4 Para las uniones de componentes dentro de una envolvente se pueden usar tornillos para metales con o sin tuercas, tornillos autoroscantes, remaches o soldadura. Un tornillo, un remache u otro medio de fijación que no sea soldadura, debe tener un diámetro de por lo menos 50 % mayor que el grosor de la lámina metálica en la que esté fijada. Una lámina metálica en la cual se enrosca un tornillo, debe tener un espesor que permite por lo menos dos hilos de rosca completos, pero este requisito no aplica a tornillos para metales con tuercas.

6.2.5 Se permite el uso de tuercas empotradas para fijar el marco al bastidor, el bastidor al fondo de la caja o gabinete y los interruptores al bastidor, si:

- La tuerca empotrada consiste en un metal difícilmente corrosible (por ejemplo latón) o si es de acero, debe estar protegida contra corrosión por medio de zincado, galvanizado, cadmeado o equivalente.
- Si la rosca no cede al aplicarle un torque de 110 % sobre el par de ajuste especificada en la tabla # 11, para uniones de piezas metálicas.

6.2.6 También es aceptable resaltar (repujar) una perforación en la lámina metálica para crear el grosor requerido para los dos hilos de rosca (ver 6.2.4.), a condición que el grosor del metal original no sea menor que el paso de la rosca.

6.2.7 La colocación, ajuste o accionamiento manual de un interruptor operado por reloj u otro dispositivo similar no debe ocasionar una exposición del alumbrado, diferente al directamente conectado al interruptor, ni permitir contacto no intencional con las partes energizadas.

6.2.8 Aberturas para ventilación

6.2.8.1 Un tablero para alumbrado, artefactos y de distribución clasificado para 400 Amperios o más puede ser previsto con aberturas para ventilación localizadas como se indica a continuación:

- En la parte frontal, lateral, superior o inferior en tableros diseñados para montaje superficial o sobre una base.

- Solo en la parte frontal, para tableros de montaje empotrado.

6.2.8.2 Las aberturas para ventilación deben estar protegidas de tal modo que no haya acceso directo a través de ellas a partes energizadas.

6.2.8.3 La protección para cumplir con lo indicado en el 6.2.8.2. se puede realizar mediante:

- Pantallas o persianas con barreras aisladores internas.
- Ranuras o ductos con pasajes de aire tipo laberinto (louvers).

6.2.8.4 El tamaño, la forma y la localización de una abertura blindada o cubierta de otra forma debe ser tal que ésta no debilite la envolvente completa.

6.2.9 Una envolvente, una abertura, un bastidor, un borde, un protector, un botón, una manivela o cualquier parte metálica no debe ser suficientemente afilado, como para constituir un riesgo de avería durante el uso o mantenimiento.

6.2.10 En la parte inferior de la puerta del tablero debe encontrarse un marco previsto para contener el esquema de conexiones y los manuales de instalación, operación y mantenimiento correspondientes.

6.3 BASES Y SOPORTES DE MATERIAL AISLANTE

6.3.1 Las bases o soportes de material aislante usados para sostener una parte energizada no aislada deben soportar los esfuerzos normales de servicio y los electrodinámicos a los que podrán ser sometidos; deben ser fabricados de material resistente a la combustión o por lo menos autoextingible y no higroscópico. Las propiedades del material aislante deben ser confirmadas con ensayos en un laboratorio autorizado según el capítulo 8.3. de esta norma.

6.3.2 La pizarra, la porcelana y la saponita son materiales aceptables para soportar una parte energizada no aislada. Una base de pizarra o porcelana no debe ser menor de 12,7mm (0,5 pulgada) de espesor.

6.3.3 Con excepción de lo que se indica en el 6.3.4., una cabeza de tornillo, una arandela o una tuerca energizada sobre la parte inferior de una base diseñada para montaje superficial, debe estar avellanada a una distancia de no menos de 3,2 mm (0,125 de pulgada) desde los bordes y debe cubrirse hasta una profundidad de no menos de 3,2 mm (0,125 de pulgada) con un compuesto sellador aislante termoestable y a prueba de agua.

6.3.4 Si se aseguran confiablemente el tornillo o la tuerca mencionados en el 6.3.3., para evitar que se suelten o giren, mediante empotramiento, una arandela de presión o por otros medios, se les puede aislar de la superficie de montaje, usando un material diferente del compuesto sellante o dejando una separación de montaje no inferior a la especificada en la tabla # 2.

6.4 TAPAS DE FRENTE MUERTO, BARRERAS Y DIVISIONES.

6.4.1 Un tablero para alumbrado, artefactos y de distribución que tiene espacios para cables, barras y terminales descubiertos, debe tener una tapa interna de frente muerto (mascarilla) que se extiende sobre dichos espacios, entre las paredes internas de la envolvente y el grupo de interruptores, cubriendo todos los cables, barras y terminales, con el fin de tapar las partes energizadas cuando la puerta del tablero esté abierta.

Excepción: Si la construcción del marco con la puerta es tal, que impide el acceso a las partes energizadas aunque la puerta esté abierta, no se requiere una tapa interna adicional.

6.4.2 Una tapa de frente muerto debe ser soportada firmemente por tornillos en tal forma, que su instalación o remoción sea posible sin usar herramientas especiales ni que se exponga al operador a tocar partes energizadas; sus dimensiones deben ser tales, que deje un espacio de máximo 4,8 mm (³/₁₆ de pulgada) hacia cualquier pared de la caja cuando las partes activas del tablero están correctamente montadas.

6.4.3 Una tapa de frente muerto debe ser fabricada de chapa de acero de espesor no menor de 0,81 mm (0,032 pulgada) o de aluminio no menor de 1,27 mm (0,050 pulgada) así mismo, no menor de 4,8 mm (³/₁₆ de pulgada) si es de material aislante, cuyas características deben estar conformes al numeral 6.3 de esta norma.

6.4.5 Las barreras y divisiones usadas para separar las partes activas no aisladas de cualquier parte metálica puesta a tierra, en los casos cuando las distancias a través del aire no son suficientes según la tabla # 2, estas deben ser fabricadas de un material aislante conforme al 6.3 de esta norma.

6.4.6 Las barreras y divisiones deben tener un espesor no menor de 1,5 mm, y fijadas en tal manera que quedan firmes en sus sitios y que la instalación y remoción de un interruptor o de otros equipos sean realizables sin desmantelamiento de las barreras y divisiones.

6.4.6 Una barrera o división que es proporcionada porque los espacios sin ella serían menores que los valores mínimos establecidos en la tabla # 2, o por alguna otra razón, es una parte integral del tablero, a menos que sea

una pieza que pertenece a una barra colectora, incluida en la del neutro o de otra parte a ser instalada en el campo sin herramientas o métodos especiales.

6.4.7 En caso de barras de los circuitos ramales, en sus extremos donde podrá ser conectado un interruptor secundario y que se una a las barras principales en tal forma que su giro hacia otras barras ramales está impedido, no es necesario que ambos extremos tengan barreras o divisiones, ya que asegurar un solo extremo es satisfactorio al propósito.

6.5 TAPAS DE RESERVA

6.5.1 Una tapa de reserva es una placa que tiene el propósito de cerrar una abertura que de otro modo sería cerrada por la instalación subsecuente de un interruptor automático.

6.5.2 Todas las aberturas previstas para la ubicación de interruptores en campo o a futuro deben ser cubiertas por tapas de reserva.

6.5.3 Una tapa de reserva de acero debe tener un espesor promedio mínimo de 1,42mm (0,056 pulgadas), salvo que las tapas de reserva cuya dimensión no exceda de 25,4 mm x 76,2 mm (1 pulgada x 3 pulgadas) o están ubicadas detrás de una puerta o de una cubierta; en este caso el espesor promedio puede ser mínimo de 0,86 mm (0,034 pulgada) si son galvanizadas, ó 0,81 mm (0,032 pulgada) si no están recubiertas galvánicamente.

6.5.4 Una tapa de reserva de material aislante debe:

- Ser de un material que sea aceptable para el soporte indirecto de partes energizadas no aisladas, de acuerdo al 6.3.1. y 6.3.2.
- Tener un espesor mínimo de 2.4 mm (3/32 de pulgada) en cualquier punto.
- Tener dimensiones máximas de 25,4 x 76,2 mm (1 pulgada por 3 pulgadas), excepto lo indicado en el 6.5.5

6.5.5 Una tapa de reserva puede tener dimensiones mayores a las especificadas en el numeral anterior si se ha investigado y se ha encontrado que es aceptable para tal propósito.

6.5.6 Una tapa de reserva puede ser sujeta mediante el uso de tornillos u otros medios diferentes si esta queda asegurada en su lugar y no se suelta durante su uso normal, pero puede ser removida cuando así se desee.

6.6 PARTES CONDUCTORAS DE CORRIENTE

6.6.1 Las partes conductoras de corriente deben ser de cobre, de aluminio para uso eléctrico, de aleaciones de

aluminio o de otro metal que después de investigado resulte apropiado para la aplicación. No es permitido usar hierro, acero y sus aleaciones como conductoras de corriente.

6.6.2 Tornillería de acero galvanizada, cincada y/o cadmeada o de acero inoxidable debe ser usada para aplicar las presiones requeridas en las conexiones de las barras y terminales.

Tornillos galvanizados mayores de 4,8 mm ($3/16$ de pulgada) pueden ser utilizados para apretar los cables en los terminales de material no ferroso.

6.6.2.1 Cada conexión remachada de partes conductoras de corriente debe tener una arandela de presión cóncava en un extremo y una arandela plana o de presión cóncava en el otro lado, con excepción en conexiones de barras de cobre menores de 225 A, en las cuales una arandela de presión cóncava en un extremo es aceptable.

6.6.2.2 En las conexiones con tornillos debe usarse una arandela de presión cóncava en un extremo de cada tornillo. Una arandela de presión y una plana pueden reemplazar una arandela cóncava.

6.6.2.3 Una arandela de presión cóncava es un disco de acero inoxidable o de acero endurecido y templado, de un diámetro exterior por lo menos 150 % del diámetro del tornillo, de espesor no menor de una octava parte del diámetro del tornillo o remache y con un arqueado mayor del 3,5 % del diámetro del tornillo. Ver figura N° 1.

6.6.2.4 Una arandela plana debe tener un espesor de por lo menos una sexta parte del diámetro del tronco del tornillo o del remache y su diámetro exterior debe ser igual o mayor de 150 % del diámetro del tornillo o remache pero no menor del diámetro de la arandela cóncava correspondiente.

6.6.3 Todas las conexiones de las barras principales y ramales deben ser plateadas, estañadas, niqueladas o cadmeadas, con excepción de las conexiones soldadas y cuando la corriente en las conexiones de barras de cobre es menor de 600A. Para las conexiones de barras de aluminio otros métodos de recubrimiento pueden ser aceptables, si se cumplen satisfactoriamente con los ensayos de temperatura, 8.1. de esta norma, así mismo si se garantizan la adherencia y la resistencia contra la corrosión ambiental, considerando la conductividad y el envejecimiento térmico del material.

6.6.4 Las barras principales, secundarias y del neutro deben ser fijadas confiablemente para evitar que se aflojen por vibraciones o se giren de su posición original acercando peligrosamente una a otra. Las barras deben ser suficientemente resistentes como para soportar los esfuerzos electrodinámicos y térmicos ordinarios del

servicio normal y extraordinarios de eventuales cortocircuitos.

6.6.4.1 Tanto las barras principales como la del neutro deben ser montados sobre soportes aislados de diseño y tamaño adecuados para asegurar las distancias mínimas exigidas en la tabla N° 2. Los materiales aislantes deben corresponder a los requisitos indicados en el 6.3. de esta norma.

6.6.4.2 Una conexión atornillada entre dos barras no debe depender de la resistencia de los soportes aislantes del material polímero y en ningún caso de material termoplástico.

6.6.4.3 Una barra conductora de corriente debe ser firme en su puesto, pero esta firmeza no debe depender de su apoyo sobre un interruptor.

6.6.4.4 Una barra ramal debe ser asegurada por medios mecánicos para evitar que se gire y forme espacios menores de los especificados en la tabla # 2. La fricción pura entre las piezas no es aceptable como medio de evitar el giro o cambio de posición.

El giro o viraje de una barra ramal se puede evitar usando dos tornillos o remaches o previendo rebordes no circulares, muescas, un pasador o cualquier otro medio mecánico equivalente.

Si a pesar de las precauciones se presenta la posibilidad de que una barra ramal acerque a otra o a piezas puestas a tierra, la barra debe ser aislada de una forma permanente.

6.6.4.5 Para determinar la aptitud de un medio aplicado para evitar el giro o viraje de una barra ramal, el o los tornillos y tuercas deben ser aflojados y luego apretados con la mano, sin herramientas; después tratar de mover la barra ramal girándola sobre su eje y si esto no es posible, el medio de fijación utilizado es adecuado para el fin del párrafo anterior.

6.6.4.6 Un tablero, en el cual las barras ramales pueden ser montados en el campo, debe ser entregado completo con los soportes auxiliares instalados en fábrica.

6.6.4.7 La disposición de las fases del barraje principal y de los ramales debe ser A, B y C (o R, S y T), tomada desde el frente hacia la parte posterior, de la parte superior hacia la inferior o de la izquierda hacia la derecha, vista desde el frente del tablero. La fase B (o S) debe tener la tensión más alta respecto a la tierra. Excepción: en un circuito trifásico de 240 V con la fase B (o S) puesta a tierra, la disposición debe ser A y C (R y T) las fases y B (o S) como neutro.

6.6.4.8 Si una barra está unida por medio de un tornillo roscado en otra barra, la parte roscada no debe tener

menos que dos hilos (de rosca) completos claramente definidos. Si el tornillo no se extiende por toda la parte roscada, la primera rosca y el primer hilo (de rosca) deben ser descartados al determinar el número de hilos roscados.

6.6.5 Capacidad de corriente de las barras.

6.6.5.1 Con excepción de los indicados en el 6.6.5.2. y 6.6.5.3. de esta norma, un tablero para alumbrado, artefactos y de distribución debe ser sometido a ensayos de aumento de temperatura, descrito en el 8.1. de esta norma, con el fin de comprobar la capacidad de corriente de sus barras.

6.6.5.2 No es necesario someter a ensayos de aumento de temperatura a los tableros con barras de aluminio menores de 400 A y a los tableros con barras de cobre hasta 1600 A, si estas cumplen con los requisitos siguientes:

- Si la densidad de corriente no sobrepasa los 1,55 A / mm² (1000 A por pulgada cuadrada) en barras de cobre desnudas ni 1,8 A/mm² en barras de cobre pintadas.
- Si la densidad de corriente no sobrepasa los 1,16 A / mm² (750 A por pulgada cuadrada) en barras de aluminio desnudas, ni 1,38 A/mm² en barras de aluminio pintadas. La conductividad de aluminio de las barras debe ser al menos 55 % de la norma internacional para cobre de uso eléctrico.
- Si el área de contacto en conexiones entre barras de cobre es 0,31 A / mm² (200 A por pulgada cuadrada). En la determinación del área de contacto, no se toman en cuenta ni aumentos ni disminuciones por las áreas de los tornillos y remaches utilizados.
- Si el área de contacto en conexiones entre barras de aluminio es 0,116 A / mm² (75 A por pulgada cuadrada).
- Si la frecuencia nominal del tablero no es mayor de 60 Hz (ciclos por segundo).
- Si la capacidad nominal de un tablero es menor de 110 A y está marcado para conexiones con conductores de 60 °C.

6.6.5.3 Las limitaciones sobre la capacidad de corriente no se aplicarán:

- A una barra o pieza que forme parte integrante de un interruptor.
- A la parte de la barra adyacente a un interruptor que ha sido entallada para hacer su conexión, porque el terminal del interruptor es menor, o porque existen

barreras físicas. Dicha reducción de sección de la barra sólo será admisible a una distancia máxima de 25,4 mm (1 pulgada), después que dicha barra sale del interruptor.

- c) A un terminal, si toda la superficie útil del mismo se encuentra en contacto con la barra y el terminal es encontrado apto para la carga que se pretende. Se considera que la superficie útil de un terminal corresponde al área resultante de colocar dos terminales iguales espalda a espalda y con sus ejes mayores a 90° y 180° entre ellos, tomando en cuenta la superficie común menor.
- d) A la conexión de una barra al terminal de un interruptor, si al área de contacto en el punto en el cual la barra se une al terminal es:
- El área de contacto total disponible en el interruptor.
 - No menor que la superficie de contacto entre el terminal y el conector de los cables a presión o atornillable, suministrado normalmente con la unida.

6.6.5.4 La sección total de una barra puede ser reducida por no más del 5 % debido a la redondez, forma o tolerancia.

6.6.5.5 Parte de una barra puede ser removida para perforaciones y/o ranuras necesarias para su conexión, provisto que el material remanente en cualquier sección transversal a lo largo de la barra tenga al menos 70 % de la capacidad de conexión requerida y el metal remanente en 152,4 mm (6 pulgadas) de barra sea al menos el 93 % del metal de una barra que tenga la capacidad de conducción completa. Ejemplos:

Una barra de 25,4 mm (1 pulgada), puede tener perforaciones de 7,1 mm ($\frac{9}{32}$ de pulgada) diámetro a cada 25,4 mm (1 pulgada) o una barra de 101,6 mm (4 pulgadas) de ancho puede tener ranuras de 10,4 x 80,9 mm ($\frac{13}{32}$ x 3,2 de pulgada) en cada 152,4 mm (6 pulgadas).

6.6.6 Capacidad de corriente de las barras en tableros para alumbrado y artefactos.

6.6.6.1 La capacidad de corriente nominal de las barras en un tablero para alumbrado y artefactos no debe ser menor que el valor obtenido, asumiendo una corriente de carga promedio de 10 A para cada dispositivo de protección contra sobrecorriente conectado a un circuito ramal; sin considerar reducciones de ninguna clase. Si el número de dispositivos contra sobrecorriente ramales conectados a una barra difiere en máximo dos unidades del número de dispositivos conectados a otras barras, el número promedio entre todos los dispositivos debe ser aplicado para determinar la capacidad nominal de corriente de las

barras principales, que en ningún caso debe ser menor de 60 A.

6.6.6.2 En un tablero que ha sido diseñado para una instalación específica, donde se sabe que la carga es menor que un promedio de 10 A por circuito ramal, la capacidad nominal de corriente puede ser menor que la requerida en el 6.6.6.1. de esta norma.

6.6.6.3 La capacidad nominal del interruptor automático principal de un tablero para alumbrado y artefactos debe corresponder a lo indicado en la tabla # 3. Las capacidades nominales indicadas en la tabla # 3 refieren tanto a unidades de disparo fijas como de intercambiables. En los interruptores automáticos con unidades de disparo ajustables, el valor máximo del ajuste debe ser aplicado.

6.6.6.4 La barra o el conductor que alimenta a un interruptor automático con unidad de disparo intercambiable o ajustable no debe tener la capacidad menor que la corriente nominal de la unidad de disparo de dicho interruptor, pero en ningún caso menor de 20 A.

6.6.6.5 La barra o el conductor que alimenta a un interruptor automático con unidad de disparo no intercambiable y no ajustable, debe tener la capacidad de corriente no menor que la corriente nominal del interruptor, pero en ningún caso menor de 20 A.

6.6.7 Capacidad de corriente de las barras de neutro.

6.6.7.1 Una barra de neutro debe ser montada sobre aisladores cuyo material debe corresponder al 6.3. de esta norma. Su capacidad de corriente no debe ser menor que la de las barras principales, excepto que sea el neutro en un tablero de tres conductores c.d. o monofásico de c.a., o un tablero trifásico con 4 hilos, mayor de 200 A, los cuales pueden tener una capacidad de corriente menor, pero no menos de 200 A; en este caso las capacidades de las barras principales y del neutro deben ser marcadas independientemente en la placa de identificación.

6.6.7.2 Si el terminal principal del neutro se halla en el centro eléctrico de la barra del neutro, la capacidad de corriente de cada mitad no debe ser menor que la mitad de la especificada en el párrafo anterior. Se considera que el centro eléctrico es el punto en el cual la corriente del neutro de un lado es igual a la del otro lado, teniendo en cuenta el número total y la capacidad de cada uno de los terminales de salida.

6.6.7.3 La capacidad de corriente de una sección del barraje de neutro, que consta de dos o más secciones, no debe ser menor que la mayor de las siguientes:

- a) La capacidad de corriente requerida para la parte del neutro que se puede esperar que fluya en esta sección, teniendo en cuenta la relación entre el

número de terminales en esta sección y la corriente asociada a cada terminal y el número total de terminales y la capacidad total del neutro.

- b) La capacidad de corriente requerida para la corriente asociada con el terminal principal de esta sección.

6.6.7.4 El empleo de tornillos como terminales de neutro debe ser limitado a 30 A como máximo.

6.7 TERMINALES DE ALAMBRADO.

6.7.1 En todos los tableros el fabricante debe proveer terminales, tales como un conector de cable atornillable, a presión o simplemente un tornillo de sujeción, para la conexión de cada conductor a instalarse en el campo. Los terminales deben ser del mismo tipo como el usado durante los ensayos de cortocircuito.

6.7.2 El conector de cables atornillable debe ser firmemente asegurado a una barra colectora y evitando que se gire, para no reducir los espacios por debajo de los valores requeridos, usando una sujeción segura, tal como un reborde o saliente. Para este propósito no es aceptable el uso de arandelas de presión.

6.7.3 Un terminal del circuito principal o de un ramal debe ser capaz de asegurar tanto el conductor más pequeño, como el más grande o el grupo de multiconductores de calibres normalizados, que tenga la capacidad de corriente adecuada para la corriente nominal del tablero o del ramal, según lo indicado en la tabla # 4.

6.7.4 Con referencia al numeral anterior, se asume que la capacidad de corriente de un conductor o conductores que se van a conectar a un terminal de:

- Un interruptor automático que pueda alojar unidades de disparo intercambiables de diferentes capacidades de corriente, es aceptable para el rango de corriente de la unidad de disparo instalada.
- Un interruptor automático con unidades de disparo fijas, de capacidades diferentes, es aceptable para el rango de corriente del interruptor.

6.7.5 La instalación de terminales en el campo no implicará el tener que aflojar o desarmar piezas sino quitar una cubierta u otra pieza para darle acceso a los terminales.

Los medios para apretar un terminal atornillable deben ser fácilmente accesibles antes y después de la instalación de conductores.

6.7.6 Los requisitos indicados en el 6.7.3. no excluyen el uso de un conector que también acomodará el conductor o

conductores de un calibre o calibres diferentes al de los especificados en esos numerales.

6.7.7 Al usar conductores múltiples, los conectores deben ser del mismo tipo; eso es, si se usa un juego de tornillo mecánico, todos los conectores en la disposición deben ser del tipo del juego de tornillo mecánico.

6.7.8 Un terminal atornillable o de presión para conductores de aluminio instalados en fábrica o en el campo, debe ser adecuado para uso con aluminio, tomando en cuenta las condiciones de servicio, tal como la temperatura y el ciclo de calor.

6.7.9 Un tornillo de sujeción es aceptable para asegurar un conductor no mayor del calibre 10 AWG.(5,16 mm²).

6.7.9.1 Un tornillo de sujeción debe ser de:

- a) 32 hilos por 25,4 mm.
- b) No ser menor del comúnmente conocido como N° 10 rosca fina, técnicamente llamado 3/16" UNF.

6.7.9.2 El tornillo debe, además, estar provisto de una arandela de estrella y de una arandela de copa (o retén de copa) capaz de retener un conductor sólido de calibre N°. 14 AWG, (1,93mm²) aún cuando el tornillo o la tuerca se aflojen ligeramente.

6.7.10 En ciertos tableros los puntos de sujeción de los conductores sobresalen a su soporte, generalmente en cada extremo de las barras colectoras extendidas más allá de sus soportes. Este diseño puede ser aceptado, si las barras colectoras que soportan los terminales son suficientemente fuertes y rígidas para evitar la deformación al ser solicitadas mecánicamente al conectarse los conductores.

6.7.11 Un terminal de neutro debe ser previsto para conectar una sola salida.

6.7.12 El número de terminales para el neutro en circuitos ramales individuales no debe ser menor del 100% del número total de polos suministrados en el tablero.

6.7.13 Un terminal de conexión debe ser colocado de modo que:

- a) Sea accesible para examinarlo y
- b) Las conexiones puedan ser apretadas a los cables de los circuitos ramales desmontados, sin aflojar ningún tornillo que asegure una barra colectora, interruptor, etc.

6.7.14 Los terminales de salida, incluyendo los terminales del neutro, deben ser colocados de modo que no sea

necesario pasar los conductores sobre o a través de una barra activa no aislada, para hacer una conexión de carga.

6.7.15 Si un terminal atornillable o a presión es suministrado con el equipo y para su instalación es necesario el uso de una herramienta especial para asegurar dicho conductor, las instrucciones necesarias así como también dicha herramienta especial deben ser incluidas en el embalaje de dicho equipo.

6.8 INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS EN CAJA MOLDEADA

6.8.1 Tanto la alimentación del tablero como las salidas deben ser provistas para utilizar exclusivamente interruptores automáticos en caja moldeada del tipo atornillado, como protección contra sobrecorriente.

6.8.2 Un interruptor debe ser colocado y conectado a la línea y a la carga en los terminales que el fabricante ha indicado para este uso. No se admite la inversión de funciones entre estos terminales, salvo cuando el fabricante del interruptor lo exprese explícitamente como una propiedad del mismo.

6.8.3 La instalación inadecuada de un número mayor de polos que el número para el cual dicho tablero es diseñado y clasificado, debe ser evitada por:

- a) El tamaño físico del interruptor, su configuración o ambas cosas, así como los medios para su montaje y conexión eléctrica entre la unidad y el conjunto, a menos que sea evidente que la unidad no haya sido instalada adecuadamente.
- b) El espacio total disponible para interruptores en el tablero.

6.8.3.1 La instalación inadecuada de un interruptor se considera obvia, si:

- a) La unidad no es sostenida en su puesto, ya sea en el extremo de línea o en el de carga.
- b) Cualquier cara frontal de la cubierta de la unidad, excluyendo sus accionamientos actuales y sus extensiones, esté colocada fuera del sitio de la posición que ocuparía una unidad idéntica correctamente instalada.

6.8.4 Se considera que la instalación de más interruptores que los previstos en un tablero se habrá logrado si es posible:

- a) Meter por la fuerza una unidad en un espacio no destinado a ello, sin modificación deliberada, sea del interruptor o del tablero, excepto que la operación cause averías a dicha unidad.

- b) Modificar el conjunto o el interruptor utilizando métodos y herramientas sencillas que al postre permitan montar la unidad en el conjunto y hacer las conexiones eléctricas a las partes conductoras en forma aceptable.

Nota: Los métodos y herramientas sencillas a que se refiere el párrafo anterior consisten de:

- a) Métodos:
 - Dobladura, torsión, deformación, reformación o ruptura de una o más piezas.

- Adición, desmontaje o sustitución de una parte del interruptor, herrajes, etc.

b) Herramientas:

- Destornilladores de palas o planos, destornilladores de estria o phillips, llaves hexagonales y llaves allen, alicates de corte, mecánicos o de presión, prensa – terminales y llaves diseñadas para la colocación de interruptores y fácilmente disponibles en el sitio.

6.8.5 Al referir a lo indicado en el 6.8.3, no se debe considerar la remoción de una unidad de protección contra sobrecorriente de 200A o mayor, para permitir la instalación de un número adicional de unidades más pequeñas.

6.8.6 Dispositivos de protección contra sobrecorriente.

6.8.6.1 Cada circuito ramal debe estar provisto de protección contra sobrecorriente.

6.8.6.2 Un dispositivo contra sobrecorriente no debe ser conectado permanentemente en el conductor conectado a tierra, a menos que la abertura del dispositivo contra sobrecorriente abra simultáneamente todos los conductores de ese circuito.

6.9 PROTECCIÓN CONTRA FALLA A TIERRA

6.9.1 Un tablero conectado sólidamente a tierra en un circuito trifásico en estrella, de cuatro hilos, con una tensión nominal mayor que 150 V a tierra, pero sin exceder los 600 V fase a fase, debe estar provisto de una protección contra falla a tierra en cada interruptor automático de 1000 A o mayor.

El equipo sensor y el relé de falla a tierra suministrados deben funcionar de tal manera, que los medios de desconexión del servicio abran todos los conductores de fases del circuito con falla. El ajuste máximo de la

protección contra falla a tierra no debe ser mayor de 1200 A.

Excepción: Si un interruptor automático calibrado a 1000A o más, está equipado con un relé de disparo (shunt trip), que se puede utilizar en conjunto con los sensores de falla a tierra o con el equipo de relés o con ambos, estos pueden estar en una envolvente separada, si se ha encontrado que la combinación es aceptable.

6.9.2 El cumplimiento de los requisitos indicados en el 6.9.1 anticipa que cada dispositivo de desconexión al cual se aplica el requisito, está provisto de un mecanismo de disparo automático activado mediante los equipos de relés y sensores de falla a tierra, que pueden, aunque no es una obligación, ser parte del dispositivo de desconexión.

6.9.3 El equipo de relés y sensores de falla a tierra, que no son parte del dispositivo de desconexión, deben montarse en la envolvente del tablero y conectarse al dispositivo de desconexión y a la fuente de potencia, si la hay. La tensión del circuito del control del dispositivo de desconexión debe ser compatible con la de los sensores y la de los relés, a menos que estos componentes están instalados en una caja separada.

6.9.4 Si se suministra una protección contra falla a tierra, aunque no sea un requisito, esta debe cumplir con las indicaciones para la instalación del equipo especificado en estos requisitos.

6.9.5 Un sistema de protección contra falla a tierra, descrito como del tipo de secuencia cero (0), que emplea un elemento sensor que circunda el conductor neutro, si lo hay, y todos los conductores de fases del circuito protegido, el elemento sensor puede ser instalado en el lado de carga de cualquier conexión al neutro o a la tierra, pero también puede estar en el lado de la carga o de la línea del interruptor automático del circuito protegido.

6.9.6 En un sistema de protección contra falla a tierra del tipo residual, que combina las energías de salida de los elementos sensores separados para el neutro, si lo hay, y cada conductor de fase, el elemento sensor de neutro debe ser ubicado en el lado de carga de cada conexión al neutro o a la tierra. Los sensores de los conductores de fases pueden estar en el lado de la carga o en la línea de los interruptores automáticos de los circuitos protegidos.

6.9.7 Un sistema de protección contra falla a tierra, descrito como del tipo de retorno por tierra, que emplee un elemento sensor simple para detectar la corriente de falla eléctrica real, debe instalarse de tal manera, que el elemento sensor detecte cualquier corriente que fluya en el conductor conectado a tierra en el puente de conexión principal, y en cualquier otra conexión a tierra que pueda hacerse al neutro dentro del equipo. Esto requiere que,

excepto para esas conexiones, el neutro se aisle de la tierra con una distancia mínima de 3,2 mm ($1/8$ de pulgada).

6.9.8 Si el diseño de un equipo sensor de falla a tierra y de sus relés requiere una operación de reposición (reset) para restaurar el equipo en su estado funcional después de una operación causada por una falla a tierra o una prueba, el diseño debe evitar que se cierre y se mantenga cerrado el contacto del dispositivo de desconexión que controla el equipo sensor de falla a tierra y los relés, hasta que se realice la operación de reposición, salvo que los medios de reposición estén incorporados en el propio interruptor automático.

6.9.9 No se requiere la protección contra sobrecorriente para la bobina de disparo de un interruptor automático utilizado como protección contra falla a tierra, cuando la bobina se encuentre conectada en el lado de carga del interruptor automático y es controlado según lo descrito en el 6.9.10.

6.9.10 El primario de un transformador del circuito de control del sistema de protección contra falla a tierra, puede conectarse en la línea, o en el lado de la carga del interruptor principal. El primario del transformador del circuito de control debe conectarse a dos puntos con tensión de línea y no a una línea y al neutro. Cuando está conectado en el lado de la línea del interruptor principal, un fusible o un interruptor automático apropiado para la protección contra sobrecorriente debe ser instalado delante del transformador o del circuito del control o de ambos. No se requiere la protección contra sobrecorriente para el circuito de control cuando se encuentra instalado en el lado de carga del interruptor principal, a menos que el alambrado del circuito de control salga de la envolvente.

6.9.11 El circuito secundario de un transformador de control debe ser conectado a tierra bajo alguna de las siguientes condiciones, si el circuito se extiende o puede extenderse más allá del equipo en el que se monte el transformador:

- a) El secundario es menor que 50V y la alimentación del transformador es más de 150V a tierra, o la alimentación del transformador, a cualquier tensión, no esté conectada a tierra.
- b) El secundario es de 50V o más y el circuito secundario se puede conectar a tierra de tal modo, que la tensión a tierra en los conductores de fases, sea menor que 150V.

6.9.12 Si se requiere que el secundario de un transformador sea conectado a tierra según lo indicado en el numeral 6.9.11, un puente debe ser conectado en la fábrica entre el secundario del transformador y la barra de puesta a tierra o la caja del tablero. El tamaño del puente debe ser lo indicado en la tabla # 9, con base a la corriente

nominal del secundario del transformador. Sobre el neutro o el barraje de puesta a tierra, se debe suministrar un terminal dimensionado para el conductor de puesta a tierra, según lo indicado tabla # 9.

6.9.13 En los equipos que incorporen protección contra falla a tierra del tipo retorno por tierra, según lo descrito en el 6.9.7, el puente se debe conectar en la fábrica al barraje del neutro y a la caja o a la barra de tierra.

6.9.14 Un tablero que tenga protección contra falla a tierra debe ser sometido a un ensayo de protección contra falla a tierra, según lo descrito en el 9.5. y marcarse según lo indicado en el 10.22. de esta norma.

6.10 SEPARACIONES Y DISTANCIAS MÍNIMAS

6.10.1 Generalidades

6.10.1.1 Entre partes energizadas no aisladas de polaridad opuesta y entre cualquier parte energizada no aislada y partes metálicas puestas a tierra, deben mantenerse las separaciones mínimas indicadas en la tabla # 2, con las excepciones siguientes:

- Una separación mínima de 12,7 mm ($1/2$ pulgada) es aceptable entre una puerta de un tablero y cualquier parte energizada no aislada, si su tensión es igual o menor de 250 V y si la puerta está fabricada de láminas de acero de calibre 14 (1,9 mm) como mínimo.
- Lo indicado en el 6.10.1.4. de esta norma.
- Si una barrera o separador de material aislante está interpuesta en la línea recta entre las partes energizadas no aisladas o entre estas y las partes metálicas puestas a tierra.

6.10.1.2 Al aplicar las separaciones requeridas en la tabla # 2, se asume que:

- La tensión de una parte energizada, diferente al neutro, con respecto a partes metálicas no vivas conectadas a tierra, es igual que la tensión entre las fases del sistema.
- La tensión del neutro aislado a partes metálicas no vivas conectadas a tierra es igual que la tensión entre el neutro y una fase cualquiera del sistema.

6.10.1.3 La separación a través de aire o sobre superficie entre partes energizadas no aisladas de la misma polaridad no debe ser menor de 3,2 mm ($1/8$ de pulgada).

6.10.1.4 Los requisitos indicados en el 6.10.1.1. de esta norma no se aplican entre:

- Partes energizadas no aisladas de polaridad opuesta dentro de un componente del tablero, tal como un dispositivo de control industrial, un interruptor operado por reloj, un interruptor automático o algún componente similar.
- Partes energizadas no aisladas y las partes metálicas puestas a tierra de un componente.
- Partes energizadas no aisladas de un componente y la parte metálica del tablero, sobre la cual se monta el componente.

6.10.1.5 Los requisitos indicados en el 6.10.1.1. y 6.10.1.3. de esta norma si se aplican entre:

- Partes energizadas no aisladas en diferentes componentes del tablero.
- Una parte energizada no aislada de un componente y las partes metálicas puestas a tierra del tablero, las cuales no son las superficies de montaje del componente.

6.10.1.6 Las separaciones deben ser medidas con los terminales puestos, primero sin cables y luego con los cables instalados de acuerdo a las cargas estimadas, pero no se deben usar cables menores de calibre # 12 AWG. (3,23 mm²).

6.10.1.7 Los medios de conexión entre los terminales de cualquier tipo, así mismo entre las barras principales y las barras secundarias ramales deben asegurar que estos no giren, para evitar la reducción de las distancias mínimas de seguridad indicadas en el 6.10.1.1. No obstante, un giro hasta 30° puede ser aceptable, si en esta posición todavía se mantienen las separaciones obligatorias.

6.10.2 Barreras y Separadores.

6.10.2.1 Si por cualquier motivo las distancias de seguridad mínimas indicadas en la tabla # 2, no pueden ser cumplidas, el uso de barreras separadores de un material aislante de acuerdo con el 6.3.1. y 6.3.2. de esta norma, es aceptable, a condición de que:

- Tiene suficiente rigidez mecánica como para resistir a los esfuerzos expuestos por la instalación y operación normal
- Forma parte integral del tablero y esta firmemente instalado en el sitio previsto.
- Ubicado en tal forma, que no interfiera en la operación normal del equipo.

- Tiene un espesor mínimo de 0,71 mm (0,028 pulgada) o resiste satisfactoriamente una prueba dieléctrica de frecuencia industrial de 5000 V durante un segundo, aplicada según 8.5 de esta norma.

6.10.3 Cinta Aislante

La aplicación de una o varias capas de una cinta aislante de material termoplástico es aceptable para el aislamiento de partes energizadas a condición que:

- El punto, donde la distancia de seguridad antes de la aplicación de la cinta es mayor que la mitad de la separación en aire requerida, el espesor total de la cinta aplicada en dos o más capas es por lo menos 0,33 mm (0,013 pulgada).
- El punto, donde la distancia de seguridad antes de la aplicación de la cinta es menor que la mitad de la separación en aire requerida, el espesor total de la cinta aplicada en dos o más capas es por lo menos 0,71 mm (0,028 pulgada).

6.10.4 Mangas Termorreducibles.

Si la separación es menor que la requerida en la tabla # 2, el uso de mangas termorreducibles para aislar las partes energizadas entre fases y entre una fase cualquiera y partes metálicas puestas a tierra es aceptable, a condición que:

- La manga no está expuesta a compresión, ni a flexión repetida ni a doblamientos agudos.
- Todos los bordes de la barra están bien contorneados y libres de bordes afilados.
- El espesor de la pared, - después de su aplicación, - no es menor de 0,56 mm (0,022 pulgada).
- La clasificación de la temperatura del material empleado no es menor de 105 °C (221 °F).

6.11 ESPACIOS PARA EL CABLEADO

6.11.1 Generalidades.

6.11.1.1 Para el propósito de estos requisitos:

- Se considera que un compartimiento para terminales es un espacio en el cual normalmente se introducirán los conductores solo para la conexión a los terminales.
- Se considera que una canaleta para el cableado es un espacio para acomodar los conductores.

6.11.1.2 Se considera que una barra o cinta de neutro es una parte viva. Un neutro montado directamente o en conexión eléctrica permanente con una parte metálica puesta a tierra, no se considera como una parte viva.

6.11.1.3 Los espacios para el cableado y doblamientos de cables deben ser considerados para dar cabida a un número de conductores de material y calibres máximas aplicables al mayor número y capacidad de interruptores automáticos que pueden ser instalados en el tablero. Si un interruptor automático acepta cables múltiples, esta condición debe ser tomada en cuenta.

6.11.1.4 Las paredes de los compartimientos previstos para la acomodación y doblamientos de los cables deben ser lisos y libres de bordes afilados, puntas o similares, para no dañar el aislamiento de los conductores.

6.11.2 Un tablero para alumbrado, artefactos y de distribución debe tener uno o más canaletas para cableado horizontales (arriba y abajo) y verticales (laterales), así mismo compartimientos para terminales, con el fin de evitar contactos entre partes energizadas y conductores aislados.

6.11.3 Espacios para Cables.

6.11.3.1 Si tubos conduit o un ducto (canal) para cables fueron previstos para entrar en el tablero montado sobre una base desde el fondo, la distancia mínima entre el fondo de la caja y cualquier parte energizada aislada o no aislada en la sección inferior del tablero debe cumplir con las siguientes distancias mínimas:

- Para barraje aislado: 203 mm (8 pulgadas).
- Para barraje no aislado: 254 mm (10 pulgadas).
- Para soportes de barras u otro obstáculo: 203 mm (8 pulgadas).

6.11.3.2 Debe haber espacio suficiente dentro de la caja del tablero para la instalación de conductores de alimentación y de carga de los circuitos, inclusive para tableros con terminales dobles.

6.11.3.3 Un tablero previsto para la instalación de conductores de alimentación y de carga solamente en un extremo, la caja debe tener suficiente espacio lateral para que los conductores puedan pasar desde sus puntos de entrada hasta los terminales a donde deben ser conectados.

6.11.3.4 Un espacio para cableado no debe ser llenado sino hasta máximo 75 % del área de la sección total disponible.

6.11.3.5 El espacio neto para el cableado, independientemente de todas las proyecciones, obstrucciones o interferencias de las partes móviles de mecanismos de maniobra, debe:

- Tener por lo menos el ancho o la profundidad especificados en la tabla # 8.
- Ser adecuado para el cableado del dispositivo y no menor en área que el 250% del área transversal requerido para el número máximo de conductores que pueden ser instalados en este espacio.

6.11.3.6 Para determinar si un espacio para cableado cumple con los requisitos del párrafo anterior, debe tenerse en consideración el calibre real de los conductores a utilizar en este espacio, pero también debe ser asumido que no se utilizarán conductores de calibres menores de 12 AWG (3,23 mm²). Al calcular el área de un espacio para cableado, debe ser considerado todo el espacio disponible que puede ser utilizado adecuadamente para conexiones de multiconductores según la tabla # 6.

6.11.4 Espacios para la Acomodación y Doblamiento de Conductores.

6.11.4.1 En tableros previstos con espacios para doblamiento en la sección superior o inferior o en ambos, cada espacio debe corresponder a lo especificado en la tabla # 6 para el conductor entrante o saliente de mayor calibre. Ver figura # 2 ilustraciones 1,2 y 3A para las distancias T1 y T4 y para los conductores M y N.

6.11.4.2 Los espacios para doblamiento laterales deben corresponder a lo indicado en la tabla #7, previstos para el conductor más grande que llega a esta sección. Ver figura 2, ilustraciones 1 y 2 distancias T₂ y T₃.

6.11.4.3 Si una perforación o un pretroquelado está previsto para la conexión de los conductores de la alimentación principal en una pared lateral de la envolvente en frente de los terminales principales, debe asumirse, que los conductores de alimentación principal de fases y del neutro entrarán o saldrán a través de esta pared, por lo tanto el espacio para el doblamiento de estos cables debe corresponder a la tabla # 6, ver figura 2, distancia T₅ en la ilustración 3.

6.11.4.4 El espacio para el doblamiento de cables (la distancia T₅ en la ilustraciones 4 y 5 de la Figura Nº 2) puede ser aplicado según las indicaciones de la tabla Nº 7, si la entrada de cables está previsto en el extremo de una pared lateral, donde se junta con la canaleta superior o inferior y si la canaleta tiene suficiente espacio, según la tabla Nº 6 para los conductores previstos. Ver ilustración 4 en la figura Nº 2.

6.11.4.5 El espacio para el doblamiento desde un conductor hacia cualquier barrera u obstrucción, que es parte del tablero, debe corresponder a la tabla Nº 7. Los espacios adyacentes deben ser arreglados en tal forma, que la ruta normal de los conductores no sea restringido.

6.11.5 Determinación de las distancias de acomodación y el espacio para el doblamiento de conductores.

6.11.5.1 Con el objeto de determinar las distancias de acomodación y los espacios para el doblamiento, el calibre y el material del conductor más pequeño correspondiente a la intensidad nominal del tablero o de un interruptor automático principal debe ser tomado en cuenta. Para los espacios superiores e inferiores, el dimensionamiento del conductor debe ser basado en la capacidad máxima de las barras (o del interruptor) principales. El dimensionamiento de los conductores para espacios laterales debe ser basado sobre el conductor de mayor calibre que pueda ser conectado en aquel espacio.

El dimensionamiento de los espacios para conductores individuales debe ser basado en la capacidad máxima del conductor previsto.

6.11.5.2 Cuando se mide el espacio de doblamiento del conductor para el cumplimiento con la tabla Nº. 6 o la tabla Nº 7, la distancia que se va a medir es en una línea recta desde el borde del terminal del conductor más cercana a la pared en una dirección perpendicular a la pared de la caja o barrera. Es decir, que no se da crédito para angulación de terminales como se ilustra por la distancia D₁ en la figura 3; el método correcto es medir perpendicularmente a la pared de la caja desde el borde del terminal, como se ilustra en la distancia D₂ en la figura 3. Si se suministra un terminal con una o más cavidades para la conexión de conductores múltiples, la distancia se mide desde la abertura del conductor más cercana hasta la pared de la caja. Si los conectores para un circuito se fijan en posición correcta, ya que ellos se giran uno hacia el otro, la distancia se mide en la abertura más cercana de la pared en una dirección perpendicular a la pared.

6.11.5.3 Si se restringe un conductor por medio de barreras de las unidades de circuitos ramales o de otros medios, para doblar 90° o doblez en S del terminal o de cualquier lugar utilizable en la pared de la envolvente, la distancia debe medirse desde el extremo de esta barrera u otra obstrucción.

6.11.5.4 Con referencia al párrafo anterior, se considera, que el doblamiento de un conductor está restringido por barreras, interruptores automáticos ramales u otros medios para doblar en 90° o doblez en S, si el obstáculo extiende por debajo del arco con el radio R, ilustrado en la figura # 4. En la ilustración #1 de la figura #4 el doblamiento está restringido, mientras en la ilustración 2 no.

6.12 PUESTA A TIERRA Y SUS CONEXIONES.

6.12.1 Todas las piezas metálicas no activas (caja, bastidor, tapa de frente muerto, puerta, mecanismo de operación externa, etc.), las cuales soportan o cubren partes energizadas no aisladas, deben ser puestas a tierra efectivamente en conexión permanente. Este requisito no aplica a tapas fabricadas de material aislante o si es improbable que una tapa metálica llegue a tocar partes energizadas.

6.12.2 Todos los tableros para ser utilizados como acometidas de servicio, deben tener una barra de tierra de material, de dimensiones y de ubicación adecuada, que por medio de un terminal atomillado o de presión, de tamaño apropiado para el conductor de tierra, será conectada al electrodo de tierra del sistema. El calibre del conductor a utilizar, está indicado en la tabla N° 9. No es aceptable el uso de terminales que utilizan soldadura en cualquier forma.

6.12.3 En un tablero para alumbrado y artefactos el conductor de tierra debe ser conectado directamente a la barra de neutro, sin embargo debe preverse una conexión eléctrica entre la barra de neutro puesta a tierra y las partes metálicas no activas del tablero, para cumplir con los requisitos mencionados en el 6.12.1. de esta norma.

6.12.4 En un tablero de distribución debe preverse un conductor – puente removible, de calibre según la tabla N° 5, entre la barra del neutro aislado y la barra o la conexión principal de tierra, completo con sus terminales atomillables o de presión, de material y de tamaños correspondientes al conductor – puente, con el fin de unir el neutro aislado con la tierra en los sistemas que requieren este tipo de conexión. Si el puente no está instalado, las distancias mínimas de seguridad según la tabla N° 2 deben ser mantenidas entre el neutro aislado, fases y tierra.

6.12.5 Si la unión entre las barras de tierra y del neutro es un tornillo, su cabeza, hexagonal y/o ranurado, debe ser pintada de verde, así mismo, todos los conductores de tierra dentro de la envolvente del tablero deben ser verdes o verdes con rayas amarillas.

6.12.6 El terminal de puesta a tierra debe ser debidamente identificado tanto en el tablero como en los esquemas eléctricos, utilizando el símbolo internacional para tierra (símbolo N° 5019 de la publicación IEC 417) o con el texto de "Terminal de Puesta a Tierra del Equipo".

6.12.7 Si el terminal o el conductor – puente de puesta a tierra no esté instalado en fábrica, deben darse instrucciones por escrito para su montaje en el campo.

7. MÉTODOS DE ENSAYO

7.1 Los ensayos se dividen en dos grupos principales:

- Ensayos de tipo.
- Ensayos de rutina.

7.2 Los ensayos de tipo se realizarán sobre prototipos de tableros y de sus partes, así como sobre versiones previamente probadas en forma típica, si sus diseños originales han sufrido modificaciones. Los ensayos de tipo a ejecutar en tableros de alumbrado, artefactos y de distribución son los siguientes:

- Ensayo de temperatura a corriente nominal en régimen permanente.
- Ensayo de corriente momentánea de cortocircuito.
- Ensayo de resistencia de los soportes aisladores.
- Ensayo de nivel de descarga (Ruptura Dieléctrica).
- Ensayo de la resistencia dieléctrica del material aislante.
- Ensayos de verificación de los grados de protección proporcionados por las envolventes.

7.3 Los ensayos de rutina se realizarán sobre cada tablero a lo largo y al final de todo su proceso de fabricación, hasta llegar a convertirse en producto terminado. Los ensayos de rutina son los siguientes:

- Prefabricación mecánica y tratamiento de superficies.
- Funcionamiento mecánico.
- Funcionamiento eléctrico.
- Medición y prueba de aislamiento eléctrico.
- Ensayos del equipo de protección contra falla a tierra.
- Verificaciones finales y certificaciones.

Quedará al criterio del fabricante la determinación del momento cuando encajará cada acción de prueba de rutina dentro de la secuencia de su control de la calidad.

7.4 ENSAYOS DE TIPO

7.4.1 Ensayo de Temperatura a Corriente Nominal en Régimen Permanente.

7.4.1.1 El ensayo debe ser realizado según lo indicado en la norma Venezolana COVENIN 2941, con las siguientes condiciones especiales:

7.4.1.2 Un ensayo debe ser ejecutado en cada modelo representativo de la serie de tableros, con excepción los casos indicados en los numerales 6.6.5.2 y 6.6.5.3 de esta norma, tomando en cuenta su tipo (TA o TD), la tensión nominal del diseño, la capacidad de las barras principales y la cantidad de circuitos ramales.

7.4.1.3 El tablero seleccionado para el ensayo debe ser montado sobre una tabla de madera, en posición vertical, con la acometida en la parte superior. Los conductores de alimentación deben ser de una longitud de aproximadamente 1,22m (4 pies) y de calibre adecuado a la capacidad de corriente del interruptor principal, si lo hay, o de las barras principales, de acuerdo a la tabla No4 de esta norma y deben entrar a la envolvente cerca de los terminales a los cuales serán conectadas. La parte no utilizada de las aberturas para los conductores debe ser taponada con algodón.

7.4.1.4 Se deben montar todos los interruptores automáticos, tanto de la entrada como de las salidas, sin dejar espacios vacíos. Se recomienda seleccionar una configuración que permite reducir a su misma expresión la cantidad de interruptores sin carga.

7.4.1.5 La barra de neutro, dimensionada según el capítulo 6.6.7 de esta norma, debe ser instalada en la forma habitual en el sitio previsto según el diseño.

7.4.1.6 La corriente a aplicar durante el ensayo.

7.4.1.6.1 Un tablero, que se está ensayando solo para la conformidad de las barras principales, sin interruptor principal incorporado, debe ser cargado al 100% de su capacidad nominal, distribuyendo la carga proporcionalmente entre las unidades de salida, según sus capacidades nominales.

7.4.1.6.2 Las barras secundarias ramales deben ser cargadas con la corriente del interruptor automático más grande, que puede ser instalado en aquel punto.

7.4.1.6.3 El interruptor principal en caja moldeada automático o no automático, debe ser cargado con:

- 100%, si su diseño permite y está previsto para cargarlo permanentemente con 100% de su corriente nominal.
- 80% de su corriente nominal, en los demás casos.

7.4.1.6.4 La barra de neutro debe ser cargada con su corriente nominal. Si la acometida se encuentra en el

centro eléctrico de la barra de neutro, cada lado debe ser cargado con el 50% de la carga completa. La utilización de resistencias con el mismo valor calorífico de la barra plenamente cargada es aceptable.

7.4.1.6.5 Las conexiones atomilladas o enchufables de los interruptores automáticos deben ser probados con el 100% de la capacidad de sus dispositivos contra sobrecorriente.

7.4.1.7 Si un tablero no emplea un interruptor principal, este debe ser ensayado en la forma siguiente:

7.4.1.7.1 En un tablero en el cual todas las barras de circuitos ramales son del mismo tamaño:

- a) Si solamente un interruptor automático va a ser conectado a cada barra ramal: un interruptor automático de capacidad mayor, que no exceda el 50% de la capacidad total de las barras principales, debe ser conectados a la barra colectora ramal más alta de cada fase.

Un número suficiente de interruptores automáticos de una capacidad nominal mínima debe ser conectado al resto de las barras de circuitos ramales para cargar el tablero a su valor nominal; excepto si esto no es posible debido a limitaciones de espacio para obtener la carga total de la barra principal, uno o varios de estos pueden ser reemplazados por interruptores automáticos con una capacidad ligeramente mayor que la mínima. Si la capacidad máxima de corriente de un interruptor automático es superior al 50% de la capacidad nominal de las barras principales, una prueba utilizando la misma muestra también debe ser realizada con un interruptor automático de la capacidad máxima, destinado para el uso en el tablero, conectado a la barra del circuito superior y con los interruptores automáticos de una mínima capacidad de corriente, conectados a las barras restantes para cargar el tablero a su corriente nominal.

- b) Un tablero en el cual dos interruptores automáticos están conectados a cada barra de circuito ramal o grupo de barras colectores. Dos interruptores automáticos que tengan una capacidad de corriente igual a la suma máxima de la capacidad total de todos los interruptores automáticos destinados para uso con esta barra, pero no superior al 50% de la capacidad nominal de las barras principales, deben ser conectados a la barra superior de cada fase. Un número suficiente de interruptores automáticos de mínima capacidad para cargar el tablero a la capacidad calculada, deben ser conectadas al resto de las barras ramales, excepto si esto no es posible debido a las limitaciones de espacio para obtener la carga total de las barras principales, uno o más de estos puede ser reemplazado por un interruptor

automático con una capacidad de corriente próxima superior a la mínima. Si la suma de las capacidades máximas del par de interruptores automáticos que se destinan a uso con esta barra de circuito ramal es superior al 50% de capacidad de las barras principales, debe hacerse una prueba utilizando la misma muestra. El ensayo debe ser realizada de la manera siguiente: un interruptor automático de la misma capacidad, destinado para el uso en el tablero, debe ser conectado a la barra ramal superior, conjuntamente con otro interruptor automático de cualquier capacidad necesaria para cargar estas barras a su capacidad. Interruptores automático adicionales de una capacidad mínima deben ser conectados a las barras remanentes de los circuitos ramales para cargar el tablero a su corriente nominal.

7.4.1.7.2 Un tablero que emplea dos o más tamaños diferentes de barras de circuitos ramales.

El procedimiento es el mismo al descrito en los apartes a) y b) del numeral anterior 7.4.1.7.1, cualquiera de ellos sea aplicable, excepto en que el tablero debe ser montado en tal forma, que la sección que incorpora las barras ramales de mayor capacidad será la superior, a menos que el diseño particular indique lo contrario. El procedimiento descrito en el numeral 7.4.1.7.1, debe ser seguido, excepto en que para cada grupo de barras ramales del mismo tamaño debe ser considerado separadamente, como se hace la selección del interruptor ramal.

7.4.1.8 Si el tablero u ensayos utilizan un interruptor automático principal, este debe ser probado en la misma forma como se describe en el numeral 7.1.1.7 de esta norma, conforme a su construcción, excepto de que tanto el interruptor principal como las barras principales pueden ser cargadas con el 80% de sus capacidades nominales respectivas.

7.4.1.9 Si el tablero a ensayar utiliza un interruptor no automático o un seccionador bajo carga con o sin fusibles, la prueba de temperatura implica dos pruebas.

7.4.1.9.1 La primera prueba es una prueba del tablero completo, con fusibles ficticios montados en los portafusibles, si las hay y con la selección de interruptores automáticos en los circuitos ramales, cargados según indicado en el numeral 7.1.1.7 tal como determina la configuración del tablero. El límite de elevación de la temperatura para esta parte del ensayo es 50°C (90°F).

7.4.1.9.2 La segunda parte de la prueba se realiza solamente en el interruptor o seccionador bajo carga principal y si este último es con fusibles, empleando fusibles de la capacidad, clase y tensión similares a los especificados. El interruptor o seccionador bajo carga debe ser cargado con la capacidad nominal del tablero. Bajo estas condiciones la elevación de la temperatura del

interruptor o seccionador bajo carga no debe ser superior a 30°C (54°F). No obstante, la segunda parte de la prueba puede ser omitida, si el interruptor o seccionador bajo carga haya sido sometido a ensayar de temperatura con resultados satisfactorios como un aparato individual.

7.4.1.10 Los aumentos de la temperatura máxima admisibles sobre la temperatura promedio del ambiente de 25°C (°F) están indicada en la tabla #10.

7.4.2 Ensayo de corriente momentánea de cortocircuito

7.4.2.1 El ensayo debe ser realizado según lo indicado en la norma COVENIN 2941, Ensayos de corriente momentánea, con las siguientes condiciones especiales:

7.4.2.2 Un ensayo debe ser ejecutado en cada modelo representativo de la serie de tableros tomando en cuenta su tipo (TA o TD), la tensión nominal de diseño (240, 480, ó 600 V), la capacidad de las barras principales según el 5.1.3.2. de esta norma y la cantidad de circuitos ramales hasta máximo de 42 circuitos.

7.4.2.3 No es necesario someter a ensayo de corriente momentánea de cortocircuito los tableros que emplean interruptores automáticos en caja moldeada con capacidad de cortocircuito de 5, 7, 5 y 10 KA como dispositivos protectores de sobrecorriente en los circuitos ramales, tengan o no interruptor principal, siempre y cuando la capacidad nominal de cortocircuito del tablero es igual o menor de 10 KA rms.

7.4.2.4 El tablero seleccionado para el ensayo debe tener el barraje más débil de la serie, considerando la longitud, el espacio, los soportes aislantes, la sección transversal y otras características de construcción similares. Los interruptores automáticos ramales, representando aproximadamente el 50 % de los circuitos nominales, deben ser instalados juntos, agrupados cerca de la alimentación. El interruptor automático destinado para el ensayo debe ser ubicado en la posición más lejana de la alimentación, enfrente de otro interruptor; su capacidad debe ser del rango mayor de la serie de interruptores utilizables en el prototipo y debe tener los orificios de extinción de arcos parcialmente bloqueados. Los espacios vacíos de los interruptores no instalados deben ser cubiertos con tapas de reserva.

7.4.2.5 El tablero, en la posición de su instalación habitual, debe estar completo con la tapa de frente muerto y con su puerta cerrada. Un fusible rápido de 30 A y de la tensión nominal del tablero debe ser conectado al conductor de línea del polo que presente menor riesgo de producir un arco hacia la envolvente. El diagrama del cableado típico del circuito de ensayo está representado en la figura N° 6.

7.4.2.6 El ensayo puede ser efectuado con o sin interruptor principal incorporado, así mismo, con el interruptor principal separado. Un tablero trifásico debe ensayarse en un circuito trifásico que utilice tres dispositivos de sobrecorriente en el circuito ramal. Este ensayo es válido para tableros trifásicos con 3 y 4 hilos y tableros monofásicos trifilares, que emplean dos barras principales no adyacentes, sin la barra central, con excepción cuando se utilizan solamente interruptores monopolares y bipolares en los circuitos ramales en un tablero trifásico; en estos casos los ensayos deben efectuarse con corriente monofásica inyectada a través de un interruptor bipolar. Un tablero monofásico que emplea barras principales adyacentes de la construcción trifásica, debe ser probado en un circuito monofásico. Un tablero de 277/480V que utiliza solamente interruptores monopolares, debe ser ensayado en un circuito 480 Y / 277 V trifásico con 4 hilos.

Si un tablero tiene una mayor capacidad de corriente de cortocircuito para fallas de línea a neutro que para fallas de línea a línea, este debe ensayarse con fallas de línea a neutro, así como con fallas de línea a línea.

7.4.2.7 Los ensayos deben ser realizados con la tensión de circuito abierto entre 100 y 105 % de la tensión nominal del tablero, con la frecuencia entre 48 y 60 Hz, con la corriente simétrica rms en los terminales del equipo de prueba especificada para el caso y con el factor de potencia 0,5 para ensayos hasta 10 KA, 0,3 para ensayos entre 10.001 A y 20 KA y 0,2 para corrientes mayores de 20.001 A.

7.4.2.8 El ensayo de corriente momentánea de cortocircuito es una prueba destructiva, que puede causar el desprendimiento de partes integrantes del tablero. Ninguna parte del tablero ensayado puede ser utilizado posteriormente para fines comerciales.

7.4.3 Ensayo de la resistencia del soporte de aislamiento.

7.4.3.1 Esta prueba se realiza en los soportes aislantes de las barras principales y del neutro, en un laboratorio, sobre cuatro (04) piezas escogidas por azar de cada lote de fabricación. El ensayo puede tornarse destructivo, por lo tanto las piezas probadas no deben ser utilizadas comercialmente en otros tableros.

7.4.3.2 El soporte aislador de un tablero no debe dañarse cuando los conectores de conductores de longitudes cortas de capacidad nominal se aprietan a 110 % del valor de torque requerido.

7.4.3.3 Se considera que ocurre daño si el material de aislamiento del soporte se agrieta o gira; si las ranuras, muescas u otros medios para evitar el giro no desempeñan sus funciones; si las barras o pletinas se doblan o tuercen o

si las partes de las conexiones eléctricas se mueven de sus sitios. Un astillar o resquebrajar menor de los trozos del material aislante es aceptable, si esto no afecta su funcionalidad. Una flexión momentánea sin deformación permanente de los miembros metálicos es aceptable.

7.4.3.4 Los ensayos de las propiedades dieléctricas deben cumplir con la norma venezolana COVENIN 2578. Se considera que los resultados de los ensayos son satisfactorios, si no ocurren descargas sobre la superficie o a través del aislador.

7.4.4 ENSAYO DE NIVEL DE DESCARGA (RUPTURA DIELECTRICA)

7.4.4.1 Un prototipo escogido como representativo de la serie de tableros de diseño similar pero con equipamiento diferente, debe ser sometido al ensayo de la ruptura dieléctrica. El ensayo debe ser efectuado según el numeral 5.4.5. de la norma COVENIN 2941 y su resultado debe ser expresado en el protocolo A-4 de la norma antes mencionada.

7.4.5 Ensayo de la resistencia dieléctrica de material aislante

7.4.5.1 Para medir la resistencia dieléctrica de una barrera o separador de material aislante, la pieza a ensayar debe ser colocada entre dos electrodos de metal.

Los electrodos deben ser varillas cilíndricas de latón o de acero inoxidable de 6,4 mm ($1/4$ de pulgada) de diámetro con bordes redondeados a 0,8 mm ($1/32$ de pulgada) de radio. La tensión de ensayo de 500V debe incrementarse hasta el valor requerido y debe mantenerse por un segundo. El resultado es aceptable si no existe ruptura dieléctrica.

7.4.6 Ensayo de verificación de los grados de protección proporcionados por las envolventes

7.4.6.1 Estos ensayos deben ser realizados según las instrucciones contenidas en norma COVENIN 540.

7.5 ENSAYOS DE RUTINA

7.5.1 Prefabricación mecánica

Durante las diferentes etapas de fabricación de las piezas metalmeccánicas, tales como la envolvente con todos sus componentes, las barras principales, ramales y del neutro, los materiales utilizados y los procesos deben ser continuamente supervisados, según las indicaciones contenidas en los numerales 6.1. y 6.2. de la norma COVENIN 2941.

7.5.2 Verificación del funcionamiento mecánico

7.5.2.1 Antes de someter un tablero a la revisión final, este debe ser revisado según lo indicado en el numeral 6.3. de la norma COVENIN 2941 y los resultados deben ser anotados en las listas de comprobación A-6 y A-7 del anexo A de la misma norma.

7.5.2.2 Cuando el tablero esté completamente terminado, debe ser sometido a las pruebas finales según las instrucciones contenidas en los numerales 6.5, 6.5.1, 6.5.2. y 6.5.3 de la norma COVENIN 2941, lista de comprobación A-10 y el protocolo de pruebas mecánicas A-1 de la misma norma.

7.5.3 Verificación del funcionamiento eléctrico

7.5.3.1 Al tener lista la verificación del funcionamiento mecánico y antes de someter el tablero a la revisión final, este debe ser revisado según lo indicado en el numeral 6.4. de la norma COVENIN 2941, por su funcionamiento eléctrico. Los resultados deben ser anotados en las listas de comprobación A-8 y A-9 de la misma norma.

7.5.3.2 El tablero completamente terminado debe ser sometido a las pruebas finales según las instrucciones contenidas en el numeral 6.6. de la norma COVENIN 2941. Los resultados deben ser expresados sobre el protocolo A-2 del anexo A de la misma norma.

7.5.3.3 Las pruebas a realizar mencionadas en el 7.5.3.1 y 7.5.3.2 se aplican solamente si el tablero, aparte de su estructura mecánica e interruptores automáticos en caja moldeada, posee controles, instrumentos y/o equipos de protección contra falla a tierra.

7.5.4 Medición y prueba de aislamiento eléctrico

7.5.4.1 Como ensayo eléctrico final, se debe realizar en cada tablero una prueba de la resistencia del aislamiento, según los procesos descritos en los numerales 5.4. y 6.5.4. de la norma COVENIN 2941. Los resultados deben ser expresados en el protocolo A-3 del anexo A de la misma norma.

7.5.4.2 Al ensayar el prototipo de un tablero según 8.2 de esta norma (Ensayo de Corriente Momentánea de Cortocircuito), hay que proceder antes y después de la prueba con la medición del aislamiento eléctrico, según 9.4.1. de esta norma. Los protocolos obtenidos formarán parte del ensayo de corriente momentánea de cortocircuito.

7.5.5 Ensayo del equipo de protección contra falla a tierra

7.5.5.1 A cada tablero que incorpore un equipo de protección contra falla a tierra se le debe realizar un

ensayo en la fábrica, con el fin de determinar el funcionamiento del equipo sensor y del relé de falla a tierra.

7.5.5.2 El primario del transformador de control, si lo hay, debe energizarse al 57 % de su tensión nominal. El relé se puede fijar para cualquier valor de operación conveniente. A continuación este ensayo, sin que la corriente de falla a tierra fluya, se debe hacer un intento por cerrar el interruptor principal o interruptor del circuito, sin presionar ningún botón de reconexión. Si el interruptor o interruptor de circuito permanecen cerrados, la corriente de falla a tierra simulada se debe aplicar nuevamente y el sistema de protección contra falla a tierra debe funcionar.

Excepción N° 1: La tensión aplicada debe ser aproximadamente la nominal si la combinación particular de transformador – sensor de falla a tierra y juego de relé, y los mecanismos de desconexión se han ensayado previamente al 57 % de la tensión nominal.

Excepción N° 2: No se requiere ensayo de fábrica para un equipo de protección de falla a tierra de tipo residual si:

- La operación se alimenta por la misma corriente de falla, ya que no se requiere otro circuito de potencial y de control.
- La protección de falla a tierra diferente del sensor de corriente del neutro está contenida en el interruptor automático y el conjunto ha sido anteriormente probado.

7.5.5.3 Un método para simular una corriente de falla a tierra consiste en devanar un número de vueltas de alambre a través del sensor. Una corriente de aproximadamente 125 % de la operación del relé, dividida por el número de vueltas, se pasa a través del alambre con el fin de simular la corriente de falla a tierra.

8. EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

8.1 Las listas de verificaciones sirven al propósito de comprobar la terminación total de los detalles del tablero y la solución de eventuales puntos pendientes. Se procede a la realización de la verificación final de acuerdo a lo indicado en la Lista de Verificación N° 1, anexo A, de esta norma.

8.2 CERTIFICACIONES

8.3 Una vez terminadas todas las pruebas, comprobaciones y verificaciones rutinarias a un lote de tableros, se procede a certificar los resultados de estas acciones mediante documentos apropiados.

8.4 El documento maestro que certifica el cumplimiento de todos los requisitos técnicos especificados para un lote

de tableros, se denomina PROTOCOLO GENERAL DE PRUEBAS, según anexo B de esta norma.

8.5 El protocolo General de Pruebas debe ser respaldado por las listas de verificaciones y protocolos individuales, así como por los reportes de inspección hechos a los distintos renglones de materia prima, partes semiterminadas y equipos eléctricos. Estos documentos de respaldo pueden o no acompañar el protocolo general, pero, en cualquier caso, estos documentos deben ser debidamente codificados, inscritos con sus códigos en el protocolo general y guardados en el expediente correspondiente.

8.6 Una copia de los documentos que respaldan al Protocolo General de Pruebas, así como una del mismo, integrarán un EXPEDIENTE GENERAL que se creará por cada lote de tableros probados. El expediente incluirá toda la información técnica (con posibilidad de excluir los planos de construcción archivados en otras dependencias del fabricante), hojas de registros de pruebas, informes técnicos, minutas de reunión relativas a la prueba de cada tablero, y demás documentos asociados al tráfico de información relacionado con dichas pruebas. El expediente poseerá una portada sobre la cual se podrá identificar rápida y claramente al equipo en referencia, al cliente, los códigos principales relacionados con el pedido u orden de compra, la fecha de las pruebas y del envío del lote de tableros al cliente.

8.7 Cada expediente llevará una numeración correlativa, correspondiente a cada lote de tableros probados. Los expedientes se archivarán en forma segura en la oficina de Control de la Calidad del fabricante del tablero.

8.8 La numeración de los protocolos específicos podrá ser la misma del protocolo general y del expediente, agregándose un dígito por cada caso, como se muestra a continuación:

Protocolo y Expediente general	XXXXX
Protocolo de Pruebas Mecánicas	XXXXX.1
Protocolo de Medición y Pruebas Aislamiento	XXXXX.2
Protocolo de Pruebas Eléctricas	XXXXX.3

8.9 Los protocolos específicos y el protocolo general tendrán validez únicamente cuando sean firmados al menos por un representante autorizado del fabricante. La oficina de Control de la Calidad poseerá un sello húmedo o de otro tipo, normalmente de forma circular y diámetro no mayor de 35 mm, que la identifique, así como a la empresa fabricante. Dicho sello servirá para ser estampado sobre los protocolos.

9.6.2.8 Los protocolos específicos y el protocolo general se consideran los únicos documentos que respaldan y certifican respectivamente la calidad de los tableros

amparados por ellos, salvo que sobre estos documentos se indique lo contrario.

9. MARCACIÓN

9.1 Cada tablero para alumbrado, artefactos y de distribución debe ser previsto con una placa de características visible después de su instalación, que contenga:

- El nombre del fabricante, la marca de la fábrica u otra marca descriptiva que identifica la organización responsable del producto.
- El número de catálogo, tipo, modelo o designación de tipo general, preferiblemente según lo recomendado en el 5.2. de esta norma.
- Las características eléctricas del tablero.
- La forma de montaje (superficial, empotrado o sobre un pedestal) y la posición, si es diferente de la vertical.
- Los grados de protección de la envolvente.
- Hecho en Venezuela o en el país de origen.

9.2 La placa de característica debe ser hecha de un material resistente a la corrosión y a la humedad; puede ser gravada, impresa, sensibilizada (fotograbado) o cualquier otro proceso con resultado equivalente aprobado y debe ser fijada por medio de tornillos o remaches. No es aceptable el uso de papel o cartón, ni etiquetas engomadas o autoadhesivas, que pueden desprenderse o deteriorarse con el paso del tiempo.

9.3 Se considera que la placa de características es visible, si ninguna parte del tablero y/o del cableado interno o externo conectado después de su instalación obstruye la lectura libre de los datos contenidos en ella.

9.4 Las características eléctricas nominales del tablero deben incluir, como mínimo, la información siguiente:

- Tensión nominal con indicación de los números de fases y de hilos, según 5.1.2. de esta norma.
- Intensidad nominal, según 5.1.3. de esta norma.
- Frecuencia, según 5.1.4. de esta norma.
- Capacidad de resistencia a cortocircuitos, según 5.1.5. de esta norma.

9.5 Si un tablero incluye un manual de instrucciones en el bolsillo de la puerta, una placa o etiqueta debe indicar que

dicho manual debe ser consultado antes del montaje y cableado del tablero, así mismo indicar el lugar donde se puede encontrar una copia de reserva, si el original se deteriora o se pierde.

9.6 Si un fabricante produce o ensambla tableros en más de una fábrica, cada tablero debe ser marcado con un distintivo (que puede ser un código), mediante el cual puede ser identificado como producto de una fábrica en particular.

9.7 Si la construcción de un tablero es tal, que solamente personal calificado puede tener acceso a él, este debe llevar un aviso atornillado o remachado, que indique tal condición.

9.8 Si los aspectos de seguridad eléctrica, las distancias de seguridad y el funcionamiento correcto dependen de la conexión adecuada de los conductores de línea y carga, se deben indicar claramente, cuales son las conexiones adecuadas.

9.9 Si la capacidad de corriente de un barraje es menor que la capacidad de corriente máxima de cualquier interruptor automático o de una unidad de disparo intercambiable, debe haber un aviso permanente y bien visible, que prohíba la instalación de una unidad de reemplazo de mayor capacidad que la indicada. Así mismo, en caso de espacios de reserva, debe ser indicada la capacidad máxima del interruptor automático que puede ser instalado en el puesto.

9.10 Si la capacidad de corriente de cada fase de las barras principales, incluyendo la barra de neutro, no es igual, esta condición debe ser marcada en la placa de características.

9.11 Si un tablero está diseñado solamente para corriente alterna o solamente para corriente continua, el tablero debe ser marcado correspondientemente; al no tener una marcación especial, debe suponerse, que el tablero es adecuado tanto para c.a, como para c.d.

9.12 Si se emplea uno de los valores de corriente dados en la nota "C" de la tabla N° 4 para un tablero monofásico trifilar, el tablero debe marcarse para indicar que esta clasificación es aplicable solamente si el tablero se instala como equipo de servicio residencial monofásico, trifilar.

9.13 Si los terminales no son para uso general (Al/Cu), sino solo para conductores de aluminio o solo para conductores de cobre, esta condición debe ser marcada cerca de los propios terminales. Las letras o números aplicados en esta identificación deben ser iguales o mayores de 2,5 mm.

9.14 Si un tablero es suministrado con terminales de compresión para el cableado en el campo, se deben

entregar instrucciones claras como utilizar las herramientas especiales para comprimir los terminales.

9.15 Los terminales para cada circuito, con excepción de terminales de neutro, deben ser fácilmente identificados por números cerca de los mismos, colocados sobre el marco interior, bandeja de protección o mascarilla.

9.16 Los circuitos ramales se contarán de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo, siendo el primero o número uno el que ocupa la posición más alta y a la izquierda del tablero. El número dos estará a igual altura pero al lado derecho y el número tres debajo del número uno, resultando así que los interruptores del lado izquierdo serán todos impares y los del lado derecho pares.

En los diseños, en lo que los interruptores se colocan uno por encima del otro, en una configuración de eje horizontal, la numeración debe ser la siguiente:

El número uno es el interruptor de la izquierda, abajo, el dos es el primero de arriba, el tres a la derecha del uno, abajo, y el cuatro a la derecha del dos, arriba y así seguido.

9.16.1 La no presencia de un interruptor en su sitio no impedirá la asignación de su número correspondiente.

9.16.2 Los primeros interruptores monopolares o los primeros polos de interruptores multipolares al hacer contacto con alguna barra de fase, serán los números uno y dos y lo harán con la barra de la fase "A", viendo el tablero de frente.

9.16.3 Los segundos interruptores o polos (N° 3 y 4) harán contacto con la barra de la fase "B" y los terceros (N° 5 y 6) con la barra de la fase "C", empezando los siguientes en la barra de la fase "A" de nuevo y así sucesivamente.

9.16.4 Si el tablero es monofásico, los interruptores alternarán entre cualquiera de las dos fases, siendo la barra "A" siempre la primera en estar conectada.

9.17 Una marcación de color naranja debe indicar la fase con la tensión mayor a tierra para un sistema secundario de 240/120V trifásico en delta de 4 hilos, con el centro de una fase puesta a tierra. El color blanco o gris claro debe ser usado solamente para indicar el neutro, que es el conductor aterrado. El color verde continuo o verde con listas amarillas debe ser usado solamente para indicar el conductor de tierra.

9.18 Cada tablero debe contener una placa o etiqueta indicando el torque de ajuste en Newton.metro-N.m o en libra - pie de cada conector destinado para ser cableado en el campo. Si se utilizan conectores de diferentes tamaños para alimentación, carga, neutro y tierra, los torques específicos para cada uno de ellos debe ser indicado. La

indicación de torque(s) debe ser presentada en un formato o expresado gráficamente.

9.18.1 No es necesario indicar el valor del torque para el terminal de un interruptor automático o del tornillo de ajuste de un terminal.

9.18.2 Los valores de pares de ajustes (torques) a aplicar se encuentran indicados en la tabla N° 11.

9.19 Cada tablero debe ser marcado con el grado de protección proporcionado por la envolvente, el grado de protección de la envolvente contra las influencias del medio ambiente y, eventualmente, el grado de protección contra los impactos mecánicos, según el 6.2.1. de esta norma. La marcación puede estar en la placa de características general o en una placa separada, la cual puede estar pegada a la envolvente por fuera o en su interior. Si un tablero es apto para ser usado en diferentes condiciones ambientales, esto debe ser indicado en la placa.

9.20 Cada interruptor automático instalado dentro de un tablero debe ser debidamente identificado, indicando el nombre del fabricante, la tensión, la corriente y la capacidad de cortocircuito, así mismo debe tener una indicación clara de su posición: cerrada, abierta o disparada; esta última debe ser visible al abrir la puerta del tablero, pero sin tener que remover tapas internas. Si la manija del interruptor automático, o una extensión directa de la misma, asume una posición diferente (intermedia), esta debe ser marcada en el tablero, así mismo el método de la reconexión del interruptor. Al usar un mecanismo de operación externa, no es necesario marcar la posición de disparo.

9.21 Un interruptor automático o no automático que controla todos los circuitos de carga del tablero, debe ser marcado como "principal". Ningún otro interruptor debe ser marcado igual. Si el interruptor principal se encuentra en la posición horizontal, como los demás interruptores ramales, ningún interruptor debe ser colocado en el lado opuesto y la marcación de los circuitos ramales debe empezarse inmediatamente por debajo del interruptor principal.

9.22 Si el tablero incluye protección contra falla a tierra, se debe suministrar una placa que indique el circuito protegido: principal, alimentador o ramal. Si una placa sobre el equipo sensor o de relés de falla a tierra no es visible desde el frente del tablero con la cubierta removida, una información separada, tal como un diagrama de conexiones, debe ser suministrada.

9.23 Si un transformador auxiliar y sus fusibles se encuentran aguas arriba del interruptor principal, este puede ser identificado como principal, pero debe llevar un

aviso de peligro, indicando que el interruptor principal no desconecta los circuitos de control y de instrumentos.

9.24 En un tablero con protección contra falla a tierra, la parte de la barra de neutro que contiene los terminales para la carga de los circuitos protegidos, debe llevar una advertencia que diga: "no conectar conductores de puesta a tierra a esta o cualquier otro terminal de neutro; el hacerlo eliminará la protección contra falla a tierra del sistema completo".

9.25 Si los sensores de protección contra falla a tierra, o el equipo de relés o ambos se encuentran ubicados en una envolvente separada, en el tablero deben ser marcados el nombre y la identificación completa de este equipo, así mismo debe contener las instrucciones sobre las interconexiones.

BIBLIOGRAFÍA

- ANSI/ 67, Eleventh Edition, 1993 "Panelboards".
UL
NEMA N° PB1 - 1995 "Panelboards".
- DIN 43673 - Stromschienen Bohrungen und Verschraubungen. Edición del Instituto de Normalización Alemán, Berlín, 1971.
- NETA Acceptance Testing Specifications for Electric Power Distribution Equipment and Systems. Edición del International Electrical Testing Association, Washington, año 1987.

Participaron en la elaboración de esta norma los profesionales siguientes:

Ede Botfalusi -Stock Grupo TEMI
Sven-Christian Kirschstein Inspectra

Así mismo:
CTC (Comisión de Tecnología y Calidad) de ANATAVER
Los Miembros de la Junta Directiva de ANATAVE

La elaboración de esta norma fue posible con el aporte técnico y económico de las siguientes Empresas patrocinantes, todos miembros activos de ANATAVE.

ABB-ASEA BROWN BOVERI
AEG DE VENEZUELA, S.A.
AES, C.A.
AIESA
BIEMCA
COMPLEX
CORP. METALCONTACT, C.A.
CUTLER HAMMER DE VZLA.
DATA POWER DEAR

ELECTRICOS GUR, C.A.
 FEECA, C.A.
 GENTE, C.A.
 INDUSTRIAS TEYGER
 INDUSTRIAS TRIAL, S.A.
 INESLA
 INSPECTRA
 K & H TECNICA, C.A.
 KLOCKNER MOELLER / SOMERINCA
 MGNO, C.A.
 MARESA, S.A.
 MASTER CIRCUITO, C.A.
 METAL ELECTRIC, C.A.
 METALURGICA ORION, C.A.
 ORION ELECTRONICA, C.A.
 ROCKWELL AUTOMATION DE VZLA.
 ROMI, C.A.
 SERWEST, C.A.
 SIEMENS, S.A.
 TABLE, C.A.
 TABLESUR, C.A.
 TALLER ELECTROMECHANICO EZETA
 TEMI, C.A.
 TERMAQ GENERAL ELECTRIC (ED & C)
 VALECTRA

BIBLIOGRAFIA

ANSI 67. Eleventh Edition, 1997
 UL
 NEMA N° 751-1997
 DIN 43673
 VETAS
 NETA Power Distribution Equipment and Systems Edition del International Electrical Testing Association, Washington año 1987

Participaron en la elaboración de esta norma los profesionales siguientes:

Ede Botoluis -Stock
 Grupo TEMI
 Sven-Christian Kirschstein
 Inspector

Así mismo:

CTC (Comisión de Tecnología y Calidad) de ANATAVER
 Los Miembros de la Junta Directiva de ANATAVER

La elaboración de esta norma fue posible con el aporte técnico y económico de las siguientes Empresas patrocinantes, todos miembros activos de ANATAVER

ABB-ASEA BROWN BOVERI
 AEG DE VENEZUELA, S.A.
 AES, C.A.
 AIESA
 BIRMECA
 COMPLEX
 CORP. METALCONTACT, C.A.
 CUTLER HAMMER DE VZLA.
 DATA POWER DEAR

Indicación de torques) debe ser presentada en un formato o expresado gráficamente

9.18.1 No es necesario indicar el valor del torque para el terminal de un interruptor automático o del tornillo de ajuste de un terminal

9.18.2 Los valores de pares de ajuste (torques) a aplicar se encuentran indicados en la tabla N° 11

9.19 Cada tablero debe ser marcado con el grado de protección proporcionado por la envolvente, el grado de protección de la envolvente contra las influencias del medio ambiente y, eventualmente, el grado de protección contra los impactos mecánicos, según el 6.2.1 de esta norma. La marcación puede estar en la placa de características general o en una placa separada, la cual puede estar pegada a la envolvente por fuera o en su interior. Si un tablero es apto para ser usado en diferentes condiciones ambientales, esto debe ser indicado en la placa.

9.20 Cada interruptor automático instalado dentro de un tablero debe ser debidamente identificado, indicando el nombre del fabricante, la tensión, la corriente y la capacidad de cortocircuito, así mismo debe tener una indicación clara de su posición: cerrada, abierta o disparada, esta última debe ser visible al abrir la puerta del tablero, pero sin tener que remover tapas internas. Si la manija del interruptor automático, o una extensión directa de la misma, asume una posición diferente (intermedia), esta debe ser marcada en el tablero, así mismo el método de la reconexión del interruptor. Al usar un mecanismo de operación externa, no es necesario marcar la posición de disparo.

9.21 Un interruptor automático o no automático que controla todos los circuitos de carga del tablero, debe ser marcado como "principal". Ningún otro interruptor debe ser marcado igual. Si el interruptor principal se encuentra en la posición horizontal, como los demás interruptores, ningún interruptor debe ser colocado en el lado opuesto y la marcación de los circuitos ramales debe empalmarse inmediatamente por debajo del interruptor principal.

9.22 Si el tablero incluye protección contra fallas a tierra, se debe suministrar una placa que indique el circuito protegido: principal, alimentador o ramal. Si una placa sobre el equipo sensor o de tierra de falla a tierra no es visible desde el frente del tablero con la cubierta removida, una información separada, tal como un diagrama de conexiones, debe ser suministrada.

9.23 Si un transformador auxiliar y sus fusibles se encuentran aguas arriba del interruptor principal, este puede ser identificado como principal, pero debe llevar un

TABLA N° 1. TENSIONES NOMINALES NORMALIZADAS PARA LOS EFECTOS DE ESTA NORMA

SISTEMA DEL CIRCUITO		TENSION NOMINAL EN VOLTIOS	
Número de Fases	Número de Hilos	Corriente Alterna c.a.	Corriente Directa c.d.
1	2	120, 240, 277	125, 250
1	3	120 / 240	125 / 250
3 (Derivado de un Sistema Trifásico / 4 Hilos)	3	208 Y / 120, 480 Y / 277	--
3	3	120, 240, 480, 600	--
3	4 (Delta con el Neutro en el Centro de una Fase).	240 / 120	--
3	4 (Estrella Y con Neutro)	208 (Y) / 120, 480Y/277 600 Y / 347	--

TABLA N° 2. SEPARACIONES

Tensión Aplicada Voltios	Separación mínima, mm (pulgadas)		
	Entre partes energizadas no aisladas de polaridad opuestas		A través del aire o sobre la superficie ^b entre partes energizadas no aisladas y metal muerto conectado a tierra
	A través del aire	Sobre la superficie ^{a,b}	
125 o menos	12,7 (1/2)	19,1 (3/4)	12,7 (1/2)
126 - 250	19,1 (3/4)	31,8 (1 1/4)	12,7 (1/2)
251 - 600	25,4 (1)	50,8 (2)	25,4 ^c (1)

NOTA: Se considera que una parte metálica aislada no viva, tal como la cabeza de un tornillo o arandela interpuestas entre partes energizadas no aisladas de polaridad opuesta o entre una parte energizada no aislada y el metal no vivo conectado a tierra, reduce la separación hasta un valor igual a la dimensión de la parte interpuesta a lo largo de la trayectoria de medición

- a. Una separación de aire de 0,33 mm (0,013 pulgadas) o menos entre una parte energizada y una superficie aislada va a ser ignorada y la parte se va a considerar en contacto con el material aislante cuando se miden separaciones.
- b. Al medir las separaciones sobre la superficie, se debe ignorar cualquier ranura o canaleta, etc. de 0,33 mm (0,013 pulgadas) de ancho, o menos, en el contorno de un material aislante.
- c. Una separación a través del aire de no menor de 12,7 mm (1/2 pulgada) es aceptable (1) en un interruptor automático en caja moldeada y (2) entre metal no vivo conectado a tierra y el neutro aislado de un tablero de 277 / 480, trifásico, tetrafilar.

TABLA N° 3. CAPACIDAD DEL INTERRUPTOR AUTOMÁTICO PRINCIPAL EN RELACIÓN CON LAS BARRAS PRICIPALES DEL TABLERO

CAPACIDAD DE CORRIENTE DEL BARRAJE PRINCIPAL Amperios		CORRIENTE NOMINAL DEL INTERRUPTOR AUTOMÁTICO PRINCIPAL Amperios
0	30	30
31	40	40
41	50	50
51	60	60
61	70	70
71	90	90
91	100	100
101	125	125
126	150	150
151	175	175
176	200	200
201	225	225
226	250	250
251	275	275
276	300	300
301	350	350
351	400	400
401	450	450
451	500	500
501	600	600

NOTA: Se considera que una parte metálica aislada no viva, tal como la carcasa de un tornillo o un enchufe, no debe considerarse como una parte metálica aislada no viva si está conectada a tierra. La separación entre partes energizadas no aisladas y el metal no vivo conectado a tierra reduce la separación hasta un valor igual a la dimensión de la parte interpuerta a lo largo de la trayectoria de medición.

a. Una separación de aire de 0,33 mm (0,013 pulgadas) o menos entre una parte energizada y una superficie aislada se ve ignorada y la parte se ve a considerar en contacto con el material aislante cuando se miden separaciones.

b. Al medir las separaciones sobre la superficie, se debe ignorar cualquier ranura o canal, etc. de 0,33 mm (0,013 pulgadas) de ancho, o menos, en el contorno de un material aislante.

c. Una separación a través del aire de no menor de 12,7 mm (1/2 pulgadas) es aceptable (1) en un interruptor automático en una caja metálica no viva conectada a tierra y el neutro aislado de un tablero de 277 V 480 voltios trifásico.

Tensión Aplicada Volts	A través del aire	Sobre la superficie	Separación mínima, mm (pulgadas)
125 o menos	12,7 (1/2)	12,7 (1/2)	
126 - 250	19,1 (3/4)	12,7 (1/2)	
251 - 600	25,4 (1)	30,8 (3/4)	

Entre partes energizadas no aisladas de polaridad opuesta

A través del aire

Sobre la superficie

metal muerto conectado a tierra

TABLA N° 4. CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE DE CONDUCTORES AISLADOS

CALIBRE DEL CONDUCTOR		°C (140 °F)		75 °C (167 °F)	
		Amperios		Amperios	
AWG	mm ²	Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio
14	2,1	20 (15) ^a	-	20 (15) ^a	-
12	3,3	25 (20) ^a	20 (15) ^a	25 (20) ^a	20 (15) ^a
10	5,3	30	25	35 (30) ^a	30 (25) ^a
8	8,4	40	30	50 ^b	40 ^b
6	13,3	55	40	65	50 ^b
4	21,2	70	55	85 ^b (100) ^c	65 ^b
3	26,7	85	65	100 ^b (110) ^c	75 ^b
2	33,6	95	75	115 ^b (125) ^c	90 ^b (100) ^c
1	42,4	110	85	130 ^b (150) ^c	100 ^b (110) ^c
1/0	53,5	d	d	150 ^b (175) ^c	120 ^b (125) ^c
2/0	67,4	d	d	175 ^b (200) ^c	135 ^b (150) ^c
3/0	85,0	d	d	200	155 ^b (175) ^c
4/0	107,2	d	d	230	180 ^b (200) ^c
kcmil					
250	127	d	d	255	205
300	152	d	d	285	230
350	177	d	d	310	250
400	203	d	d	335	270
500	253	d	d	380	310
600	304	d	d	420	340
700	355	d	d	460	375
750	380	d	d	475	385
800	405	d	d	490	395
900	456	d	d	520	425
1000	506	d	d	545	445
1250	633	d	d	590	485
1500	760	d	d	625	520
1750	887	d	d	650	545
2000	1013	d	d	665	560

Notas:

1. Para un conector de un multiconductor a un terminal, el valor de conducción de corriente se debe multiplicar por el número de conductores que el terminal acomodará [1/0 AWG (53,5 mm²) y mayor.

2. Estos valores de capacidad de corriente se aplican solo si no se van a instalar en el campo más de tres conductores en un conducto simple. Si se instalarán cuatro o más conductores, diferente a un neutro puesto a tierra o a un neutro que lleva la corriente no balanceada, en un conducto, la capacidad de conducción de corriente de cada uno de estos conductores es reducida como se muestra en la siguiente tabla. Estos valores reducidos no se aplican a cableado interno de un tablero a menos que se encierre en un conducto.

Continuación de la Tabla # 4

Número de Conductores

Porcentaje de Valor en Tabla

4-6	80
7-24	70
25-42	60
43 ó más	50

Los valores en paréntesis se usan si el conductor es conectado a un dispositivo protector de sobrecorriente. Los otros valores se aplican de acuerdo con 6.6.5.2.

- a. La capacidad de corriente de estos calibres deben considerarse las mismas para los conductores a 60 °C (140 °F) cuando se conectan a un interruptor automático de caja moldeada, a menos que el interruptor se marque con 75 °C (167 °F).
- b. Los valores en paréntesis se aceptan en los terminales principales de un tablero monofásico, de 3 conductores, con el propósito de usarse como equipo de servicio residencial.
- c. Para calibres de conductores 1/0 AWG o mayores, se asume que se usará un conductor con al menos una temperatura nominal de 75 °C.
- d.

Calibre (AWG)	Temperatura (°C)	Temperatura (°F)	Capacidad (A)	Capacidad (A)	Capacidad (A)	Capacidad (A)
14	60	140	20	20	20	20
12	60	140	25	25	25	25
10	60	140	30	30	30	30
8	60	140	40	40	40	40
6	60	140	55	55	55	55
4	60	140	70	70	70	70
3	60	140	85	85	85	85
2	60	140	95	95	95	95
1	60	140	110	110	110	110
1/0	60	140	125	125	125	125
3/0	60	140	150	150	150	150
4/0	60	140	175	175	175	175
250	75	167	150	150	150	150
300	75	167	175	175	175	175
350	75	167	200	200	200	200
400	75	167	230	230	230	230
500	75	167	280	280	280	280
600	75	167	350	350	350	350
700	75	167	420	420	420	420
800	75	167	500	500	500	500
900	75	167	575	575	575	575
1000	75	167	650	650	650	650
1250	75	167	800	800	800	800
1500	75	167	950	950	950	950
1750	75	167	1100	1100	1100	1100
2000	75	167	1250	1250	1250	1250

Notas:

1. Para un conductor de un multiconductor a un terminal, el valor de conducción de corriente se debe multiplicar por el número de conductores que el terminal acomoda (1/0 AWG (25.2 mm²) y mayor).
2. Estos valores de capacidad de corriente se aplican solo si no se van a instalar en el campo más de tres conductores en un conducto simple. Si se instalan cuatro o más conductores, diferente a un neutro puesto a tierra o a un neutro que lleva la corriente no balanceada, en un conducto, la capacidad de conducción de corriente de cada uno de estos conductores es reducida como se muestra en la siguiente tabla. Estos valores reducidos no se aplican a cableado interno de un tablero a menos que se encierre en un conducto.

Continuación de la Tabla 4

Número de Conductores	Porcentaje de Valor en Tabla
4-6	80
7-36	70
37-42	60
43 ó más	50

TABLA N° 5. CALIBRE DEL CONDUCTOR DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA Y DEL PUENTE DE CONEXIÓN PRINCIPAL

Capacidad en amperios que no se excede:	CALIBRE DEL PUENTE DE CONEXIÓN PRINCIPAL (MÍNIMO) ^{a,b,h} (Entre conexiones del neutro y puesta a tierra)		SECCIÓN TRANSVERSAL DEL PUENTE DE CONEXIÓN PRINCIPAL EN mm ² CUADRADAS (PULGADAS MÍNIMO) ^{b,c}		CALIBRE DEL CONDUCTOR DEL ELECTRODO ^b DE PUESTA A TIERRA (MÍNIMO)	
	Cobre, AWG o Kcmil (mm ²)	Aluminio AWG o Kcmil (mm ²)	Cobre (mm ²) (pulg. ²)	Aluminio (mm ²) (pulg. ²)	Cobre AWG o KCMIL (mm ²)	Aluminio AWG o KCMIL (mm ²)
	90	8 (8,4)	6 (13,3)	8,4 ^e (0,013)	13,6 ^e (0,021)	8 (8,4)
100	6 (13,3)	4 (21,2)	13,6 ^e (0,021)	21,3 ^e (0,033)	6 (13,3)	4 (21,2)
125	6 (13,3)	4 (21,2)	13,6 ^e (0,021)	21,3 ^e (0,033)	6 (21,2)	4 (21,2)
150	6 (13,3)	4 (21,2)	13,6 ^d (0,021)	21,3 ^d (0,033)	6 (33,6)	4 (21,2)
200	4 (21,2)	2 (33,6)	21,3 ^d (0,033)	33,6 ^d (0,052)	4 (21,2)	2 (33,6)
225	2 (33,6)	0 (53,5)	33,6 ^{e,f} (0,052)	53,5 ^{e,f} (0,083)	2 ^{e,f} (33,6)	0 (53,5)
400	0 ^g (53,5)	3/0 ^g (85,0)	53,5 ^g (0,083)	85,0 (0,132)	0 ^g (53,5)	3/0 ^g (85,0)
500	0 (53,5)	3/0 (85,0)	53,5 (0,083)	85,0 (0,132)	0 (53,5)	3/0 (85,0)
600	2/0 (67,4)	4/0 (107,2)	67,7 (0,105)	107,7 (0,167)	2/0 (67,4)	4/0 (107,2)
800	2/0 (67,4)	4/0 (107,2)	67,7 (0,105)	107,7 (0,167)	2/0 (67,4)	4/0 (107,2)
1000	3/0 (85,0)	250 (127)	85,2 (0,132)	127,0 (0,196)	3/0 (85,0)	250 (127)
1200	250 (127)	250 (127)	127,0 (0,196)	127,0 (0,196)	3/0 (85,0)	250 (127)
1600	300 (152)	400 (203)	152,0 (0,236)	189,7 (0,294)	3/0 (85,0)	250 (127)
2000	400 (203)	500 (253)	203,0 (0,314)	253,0 (0,393)	3/0 (85,0)	250 (127)
2500	500 (253)	700 (355)	253,0 (0,393)	355,0 (0,550)	3/0 (85,0)	250 (127)
3000	600 (304)	750 (380)	265,8 (0,412)	380,0 (0,589)	3/0 (85,0)	250 (127)
4000	750 (380)	1000 (507)	380,0 (0,589)	507,0 (0,785)	3/0 (85,0)	250 (127)

a. La sección transversal se puede reducir al 12,5 % de la sección transversal total de conductor (es) de servicio principal más grande y del mismo material (cobre o aluminio), para cualquier fase en un tablero a 1200 A y más. Esto se aplica cuando la sección transversal de los conductores de servicio está limitada por los conectores terminales de alambrado suministrado.

b. Para un tablero a 1200 A o más y que tiene terminales de alambrado diseñadas para conectar conductores de servicio de calibre mayor que el cobre 600 kcmil o el aluminio 750 kcmil, la sección transversal del puente de conexión principal debe ser de por lo menos 12,5 % de la sección transversal total del conductor (es) de servicio principal más grande y del mismo material (cobre o aluminio) para cualquier fase.

c. Se puede utilizar un tornillo de latón de 1/4", o mayor, o uno de acero de 3/16" o mayor.

d. Se puede utilizar un tornillo de latón o de acero de 3/16" o mayor.

e. Se puede utilizar un tornillo de latón de 3/16" o mayor.

f. Se puede utilizar un tornillo de latón o de acero de 6,4 mm (1/4 de pulgada) o más de diámetro.

g. Cuando la capacidad de corriente es de 400 A y los conectores terminales de alambrado para los conductores de servicio principales son aceptables para dos conductores de cobre AWG N° 3/0 o dos conductores de aluminio N° 250 kcmil, pero no aceptará un conductor de 600 kcmil, estos valores se pueden reducir a cobre N° 2 AWG (0,052 pulg²) o aluminio N° 0 AWG (0,083 pulg²).

h. Existen también calibres para el conductor de servicio puesta a tierra que se menciona en el numeral 6.12.

TABLA N° 6. ESPACIO PARA DOBLAMIENTO DEL CONDUCTOR EN TERMINALES

Calibre del Conductor, AWG o kcmil (mm ²)	ESPACIO DE DOBLAMIENTO MÍNIMO, mm (PULGADAS)			
	Cables por Terminal (Polo) ^a			
	1	2	3	4 ó más
14-10 AWG (2,1-5,3)	No especificado	-	-	-
8 (8,4)	38,01 (1-1/2)	-	-	-
6 (13,3)	50,08 (2)	-	-	-
4 (21,2)	76,2 (3)	-	-	-
3 (26,7)	76,2 (3)	-	-	-
2 (33,6)	88,9 (3-1/2)	-	-	-
1 (42,4)	114 (4-1/2)	-	-	-
0 (53,5)	140 (5-1/2)	140 (5-1/2)	178 (7)	-
2/0 (67,4)	152 (6)	152 (6)	191 (7-1/2)	-
3/0 (85,0)	165 [6] (6-1/2)	165 (6-1/2) [6]	203 (8)	-
4/0 (107)	178 [6] (7)	191 (7-1/2) [6]	216 (8-1/2) [8]	-
250 kcmil (127)	216 [6-1/2] (8-1/2)	216 (8-1/2) [6-1/2]	229 (9) [8]	254 (10)
300 (152)	254 [7] (10)	254 (10) [8]	279 (11) [10]	305 (12)
350 (177)	305 [9] (12)	305 (12) [9]	330 (13) [10]	356 (14) [12]
400 (203)	330 [10] (13)	330 (13) [10]	356 (14) [11]	381 (15) [12]
500 (253)	356 [11] (14)	356 (14) [11]	381 (15) [12]	406 (16) [13]
600 (304)	381 [12] (15)	406 (16) [13]	457 (18) [15]	483 (19) [16]
700 (355)	406 [13] (16)	457 (18) [15]	458 (20) [17]	559 (22) [29]
750 (380)	432 [14] (17)	483 (19) [16]	559 (22) [19]	610 (24) [21]
800 (405)	457 (18)	508 (20)	559 (22)	610 (24)
900 (456)	483 (19)	559 (22)	610 (24)	610 (24)
1000 (507)	508 (20)	-	-	-
1250 (633)	559 (22)	-	-	-
1500-2000 (760-1010)	610 (24)	-	-	-

Notas:

1. Los valores en corchetes angulares [] están en pulgadas y se aplican a terminales removibles y en canaletas (Lay in) con el propósito de tener solo un conductor.
2. Véase el 6.11.5.2.
- a. La conexión principal para un neutro se considera como un polo – esto es, que los terminales ramales del neutro no se cuentan en esta determinación.

TABLA N° 7. ANCHO MÍNIMO DE CANALETA Y ESPACIO PARA DOBLAMIENTO DE CONDUCTORES

Calibre de Conductor, AWG o kcmil / MCM(mm ²)	ESPACIO DE DOBLAMIENTO ESPECÍFICO MÍNIMO, TERMINAL A PARED mm					
	(pulgadas)					
	Alambres por Terminal (Polo) ^a					
		1	2	3	4	5
14 - 10	(2,1 - 5,3)	No especificado	-	-	-	-
8-6	(8,4 - 13,3)	38,1 (1-1/2)	-	-	-	-
4-3	(21,1 - 26,7)	50,8 (2)	-	-	-	-
2	(33,6)	63,5 (2-1/2)	-	-	-	-
1	(42,4)	76,2 (3)	-	-	-	-
1/0-2/0	(53,5 - 67,4)	88,9 (3-1/2)	127 (5)	178 (7)	-	-
3/0-4/0	(85,0 - 107)	102 (4)	152 (6)	203 (8)	-	-
250	(127)	114 (4-1/2)	152 (6)	203 (8)	254 (10)	-
300 - 350	(152 - 177)	127 (5)	203 (8)	254 (10)	(12)	-
400 - 500	(203 - 253)	152 (6)	203 (8)	254 (10)	(12)	(14)
600 - 700	(304 - 355)	203 (8)	254 (10)	305 (10)	(14)	(16)
700 - 900	(380 - 456)	203 (8)	305 (12)	356 (14)	(16)	(18)
1000 - 1250	(507 - 633)	254 (10)	-	-	-	-
1500 - 2000	(760 - 1010)	305 (12)	-	-	-	-

Notas:

1. La tabla incluye solo esas combinaciones de conductores múltiples que sean probablemente usadas. Las combinaciones que no se mencionan, pueden requerir un estudio adicional.
2. Para tableros clasificados de 110 amperios o menos y marcados para indicar su uso tanto para cables a 60 °C como a 75 °C, el espacio de doblamiento del conductor se basa en el uso de conductores aislados a 60 °C (140 °F). Véase 16.1.3.
3. Véase el 6.11.5.2.
- a. La conexión principal para el neutro se considera como un polo – esto es, que los terminales ramales de neutro no se cuentan en esta determinación.

TABLA N° 8. ESPACIO PARA CABLEADO

Calibre máximo de Alambre o Cable	Ancho y Profundidad Mínimos del Espacio para el Cableado		Area Mínima en cm ² (Pulgadas Cuadradas) Requerida para Conectores Múltiples con Base en el Factor de 2,5						
	AWG MCM kcmil	mm	(Pulg)	Dos Conductores	Tres Conductores	Cuatro Conductores	Cinco Conductores	Seis Conductores	Siete Conductores
12	(3,3)	9,5	(3/8)	0,9	1,4	1,8	2,3	2,7	3,2
10	(5,3)	9,5	(3/8)	1,5	2,2	3,0	3,7	4,4	5,2
8	(8,4)	12,7	(1/2)	2,8	4,1	5,5	6,9	8,3	9,7
6	(13,3)	15,9	(5/8)	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0
4	(21,2)	19,1	(3/4)	5,2	7,7	10,3	12,9	15,5	18,1
3	(26,7)	19,1	(3/4)	5,9	8,8	11,7	14,6	17,5	20,5
2	(33,6)	22,2	(7/8)	6,6	10,0	13,3	16,6	20,0	23,3
1	(42,4)	25,4	(1)	8,8	13,2	17,5	21,9	26,3	30,7
1/0	(53,5)	25,4	(1)	10,0	15,0	20,0	25,0	30,1	35,0
2/0	(67,4)	25,4	(1)	11,5	17,3	23,1	28,8	34,6	40,4
3/0	(85,0)	28,6	(1-1/8)	13,4	20,1	26,8	33,5	40,1	46,9
4/0	(107)	31,8	(1-1/4)	15,6	23,4	31,2	39,0	46,8	54,6
250	(127)	34,9	(1-3/8)	19,1	28,6	38,2	47,7	57,3	66,8
300	(152)	38,1	(1-1/2)	22,1	33,1	44,1	55,2	66,2	77,2
350	(177)	38,1	(1-1/2)	24,6	36,9	49,2	61,5	73,8	86,1
400	(203)	41,3	(1-5/8)	27,0	40,5	53,9	67,4	80,9	94,4
500	(253)	44,5	(1-3/4)	31,7	47,6	63,5	79,4	95,2	111,1
600	(304)	47,6	(1-7/8)	38,5	57,8	77,0	96,3	115,6	134,8
700	(355)	50,8	(2)	43,1	64,6	86,2	107,7	129,3	150,8
750	(380)	50,8	(2)	45,4	68,1	90,8	113,5	136,3	159,0
800	(405)	54,0	(2-1/8)	47,7	71,6	95,4	119,2	143,1	166,9
900	(456)	57,2	(2-1/4)	52,2	78,3	104,4	130,5	156,5	182,6
1000	(507)	57,2	(2-1/4)	56,6	84,8	113,2	141,4	169,7	198,0
1250	(633)	63,5	(2-1/2)	71,2	106,8	142,3	177,9	213,5	249,1
1500	(760)	69,8	(2-3/4)	82,2	123,3	164,4	205,5	246,6	287,7
1750	(887)	73,0	(2-7/8)	93,2	139,8	186,5	233,0	279,8	326,3
2000	(1010)	79,4	(3-1/8)	103,5	155,2	207,0	258,7	310,5	362,2

TABLA N° 9. CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA

CAPACIDAD DE AMPERIOS		CALIBRE, AWG O KCMIL / MCM (mm ²)			
		Cobre	Aluminio con Recubrimiento de Cobre		
15		14	(2,1)	12	(3,3)
20		12	(3,3)	10	(5,3)
30		10	(5,3)	8	(8,4)
40		10	(5,3)	8	(8,4)
60		10	(5,3)	8	(8,4)
100		8	(8,4)	6	(13,3)
200		6	(13,3)	4	(21,2)
300		4	(21,2)	2	(33,6)
400		3	(26,7)	1	(42,4)
500		2	(33,6)	1/0	(53,5)
600		1	(42,4)	2/0	(67,4)
800		0	(53,5)	3/0	(85,0)
1000		2/0	(67,4)	4/0	(107)
1200		3/0	(85,0)	250	(127)
1600		4/0	(107)	350	(177)

Notas:

a. Esta limitación no aplica a un conductor aislado u otro material de aislamiento que fue ensayado y encontrado conforme para una temperatura superior.

b. El punto de ablandamiento debe ser por lo menos 40 °C (75 °F) más alto que el aumento de temperatura del punto donde fue aplicado, pero en ningún caso menor de 90 °C (194 °F).

c. Ambas superficies de una junta deben ser recubiertas en las puntas de contacto, pero no necesariamente la parte completa.

TABLA N° 10. AUMENTOS DE LAS TEMPERATURAS MÁXIMAS ADMISIBLES

MATERIALES Y COMPONENTES		AUMENTO ADMISIBLE	
		GRADOS C	GRADOS F
1.	Barras y sus juntas – sin recubrimiento.	50	90
2.	Barras y sus juntas – con recubrimiento de plata, estaño, o níquel.	65 ^c	117 ^c
3.	Barras con recubrimiento conectados al borne de conexión de interruptores automáticos en caja moldeada.	65 ^c	117 ^c
4.	Partes del neutro ensayadas según el 8.1.5.	30	54
5.	Cualquier parte, que puede tener contacto con cableado efectuado en el campo.	50	90
6.	Terminales atornillados o de presión para conductores instalados en el campo.	50	90
7.	Terminales atornillados o de presión utilizados en circuitos de 110 A o menores, en combinación con conductores de 75 °C.	65 ^c	117 ^c
8.	Aislamiento de cables o mangas termorreducibles.	35 ^a	63 ^a
9.	Cinta eléctrica aislante (teipe).	55 ^a	99 ^a
10.	Aislamiento de tela barnizado.	60 ^a	108 ^a
11.	Fibra empleado como aislamiento eléctrico.	65 ^a	117 ^a
12.	Compuesto (compound) sellante.	50 ^{a,b}	90 ^{a,b}
13.	Composición fenólica empleada como aislamiento eléctrico o como una pieza, cuyo deterioro pudiera constituir un riesgo de fuego o de un choque eléctrico.	125 ^a	225 ^a

- Notas:
- a. Esta limitación no aplica a un conductor aislado u otro material de aislamiento que fué ensayado y encontrado conforme para una temperatura superior.
 - b. El punto de ablandamiento debe ser por lo menos 40 °C (75 °F) más alto que el aumento de temperatura del punto donde fue aplicado, pero en ningún caso menor de 90 °C (194 °F).
 - c. Ambas superficies de una junta deben ser recubiertas en las puntas de contacto, pero no necesariamente la barra completa.

TABLA N° 11. PARES DE AJUSTES (TORQUES) PARA FABRICACIÓN Y PRUEBAS

TORNILLO / ROSCA		ACERO GRADO SAE 2 (DIN 4,8 Y 5,6)				ACERO GRADO SAE 5 (DIN 8,8)				ACERO GRADO SAE 8 (DIN 10,9)				TORNILLO ROSCA Ø NOMINAL
Unidad "sr"	Ø Nominal en pulgadas	Whitworth		Uniones Atornilladas		Uniones Atornilladas		Uniones Atornilladas		Uniones Atornilladas		Uniones Atornilladas		
		Equivalente en mm.	De Barra a Barra Lbf Pies	N.m	De Piezas Metálicas Lbf Pies	N.m	De Piezas Metálicas Lbf Pies	N.m	De Piezas Metálicas Lbf Pies	N.m	De Piezas Metálicas Lbf Pies	N.m	De Barra a Barra Lbf Pies	
M4	5/32	3,9688	2	1,5	0,9	3,9	2,9	2,5	1,8	-	-	-	-	5/32"
M5	3/16	4,7625	4,8	3,5	1,7	7,4	5,5	4,75	3,5	-	-	-	-	M4
			5	3,7	1,8	7,8 ^a	5,8	5 ^b	3,7	-	-	-	-	M5
M6	1/4	6,35	8	5,9	3	13 ^a	9,6	8 ^b	5,9	18	13,2	10,8	7,9	M6
			8,1	6 ^d	4 ^c	13,6	10 ^d	7,6	5,6 ^c	19	14 ^d	11,4	8,4 ^c	1/4"
	5/16	7,9375	16,3	12 ^d	7,2 ^c	25,8	19 ^d	15,2	11,2 ^c	39,3	29 ^d	23,9	17,6 ^c	5/16"
			20	14,8	7,4	32 ^a	23,6	20 ^b	14,8	46,2	34	28,9	21,3	M8
M8	3/8	9,525	27,1	20 ^d	12 ^c	44,7	33 ^d	27,1	20 ^c	63,7	47 ^d	40,1	29,6 ^c	3/8"
M10	7/16	11,1125	32,7	24,1	14,8	65 ^a	47,9	40 ^b	29,5	93,8	70	57,6	42,3	M10
			43,4	32 ^d	19,2 ^c	73,2	54 ^d	43,4	32 ^c	105,2	78 ^d	65	48 ^c	7/16"
M12	1/2	12,7	57	42	25,8	115 ^a	84,8	70 ^b	51,6	165,9	122,3	100	73,8	M12
			63,7	47 ^d	29,6 ^c	105,8	78 ^d	65	48 ^c	161,4	119 ^d	100	73,8 ^c	1/2"
M14			91,7	67,6	41,5	151,5	111,7	93,6	69	224,6	165,6	140	103,5	M14
	9/16	14,2875	93,6	69 ^d	42,4 ^c	154,6	114 ^d	95,5	70,4 ^d	229,2	169 ^d	143,2	105,6 ^c	9/16"
	5/8	15,875	130,2	96 ^d	59,2 ^c	208,8	154 ^d	130,2	96 ^c	312	230 ^d	195,3	144 ^c	5/8"
M16	3/4	19,05	140	103	63,4	290 ^a	213,9	176,5	130,2	418	308	200	148	M16
			210	155 ^d	96 ^c	190	257 ^d	217	160 ^c	434	320 ^d	321	236,8 ^c	3/4"

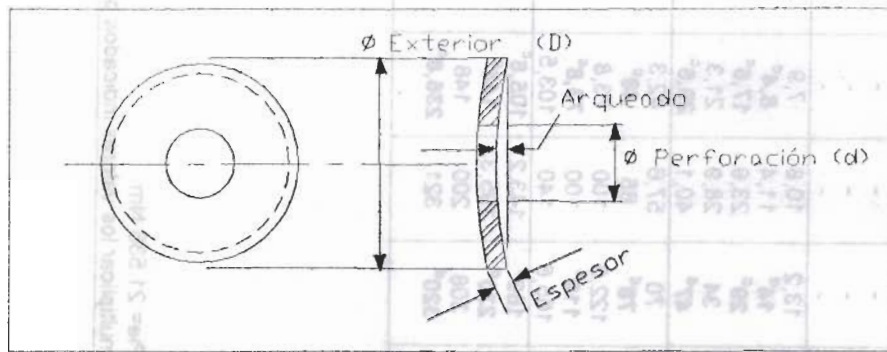
Notas:

1. Los valores de torques en números destacados fueron tomados de las normas siguientes:

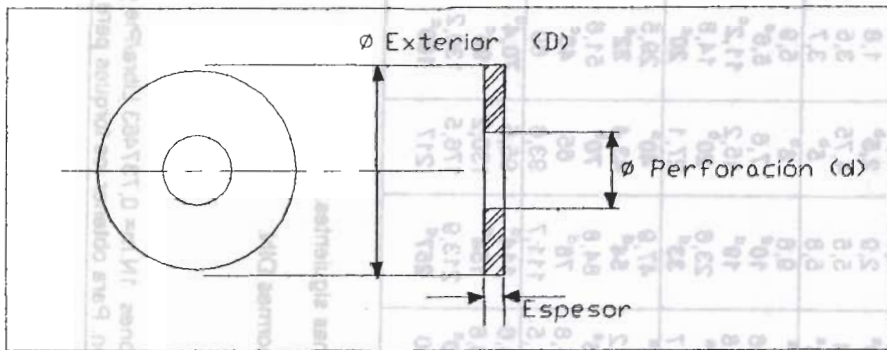
- a. COVENIN 2941-92, tabla 5, columnas S7 y S8, elaborada a base de normas DIN.
- b. DIN 43673, Uniones de Barras.
- c. NETA - ATS, pág. 89, "Bolt Torques for Bus Connections".
- d. Petersen Publishing Co, pág. 214, "Standard Torque Values Chart".

2. El resto de los valores de torques provienen de interpolación y conversiones: 1N.m = 0,737463 Libra/Pie y 1 Libra/Pie = 21.536 Nm

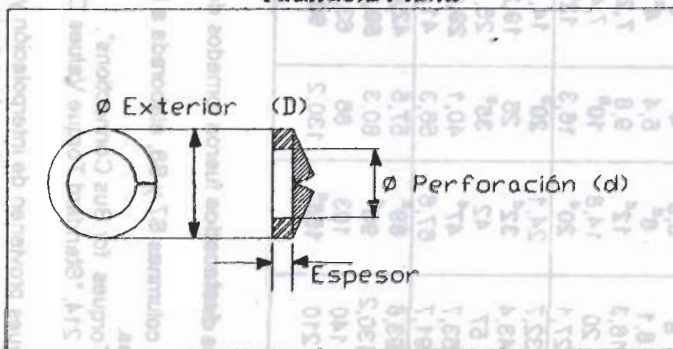
3. Esta tabla contiene los valores de torques a aplicar durante la fabricación. Para obtener los torques para pruebas multiplicar los valores indicados por 0,7.



Arandela de Presión Cóncava



Arandela Plana



Arandela de Presión Partida

FIGURA Nº 1. ARANDELAS DE PRESIÓN Y ARANDELAS PLANAS

№	Descripción	Material	Unidad	Cantidad	Observaciones
1	Arandela de Presión Cóncava	Acero Inoxidable	Unidad	1	
2	Arandela Plana	Acero Inoxidable	Unidad	1	
3	Arandela de Presión Partida	Acero Inoxidable	Unidad	1	
TOTAL					
					(DIA 10)
					VCERO CRYDO 2VE 8
					(DIA 8)
					VCERO CRYDO 2VE 2
					(DIA 10 Y 2)
					VCERO CRYDO 2VE 3
					VCERO CRYDO 2VE 4
					VCERO CRYDO 2VE 5
					VCERO CRYDO 2VE 6
					VCERO CRYDO 2VE 7
					VCERO CRYDO 2VE 8
					VCERO CRYDO 2VE 9
					VCERO CRYDO 2VE 10
					VCERO CRYDO 2VE 11
					VCERO CRYDO 2VE 12
					VCERO CRYDO 2VE 13
					VCERO CRYDO 2VE 14
					VCERO CRYDO 2VE 15
					VCERO CRYDO 2VE 16
					VCERO CRYDO 2VE 17
					VCERO CRYDO 2VE 18
					VCERO CRYDO 2VE 19
					VCERO CRYDO 2VE 20
					VCERO CRYDO 2VE 21
					VCERO CRYDO 2VE 22
					VCERO CRYDO 2VE 23
					VCERO CRYDO 2VE 24
					VCERO CRYDO 2VE 25
					VCERO CRYDO 2VE 26
					VCERO CRYDO 2VE 27
					VCERO CRYDO 2VE 28
					VCERO CRYDO 2VE 29
					VCERO CRYDO 2VE 30
					VCERO CRYDO 2VE 31
					VCERO CRYDO 2VE 32
					VCERO CRYDO 2VE 33
					VCERO CRYDO 2VE 34
					VCERO CRYDO 2VE 35
					VCERO CRYDO 2VE 36
					VCERO CRYDO 2VE 37
					VCERO CRYDO 2VE 38
					VCERO CRYDO 2VE 39
					VCERO CRYDO 2VE 40
					VCERO CRYDO 2VE 41
					VCERO CRYDO 2VE 42
					VCERO CRYDO 2VE 43
					VCERO CRYDO 2VE 44
					VCERO CRYDO 2VE 45
					VCERO CRYDO 2VE 46
					VCERO CRYDO 2VE 47
					VCERO CRYDO 2VE 48
					VCERO CRYDO 2VE 49
					VCERO CRYDO 2VE 50
					VCERO CRYDO 2VE 51
					VCERO CRYDO 2VE 52
					VCERO CRYDO 2VE 53
					VCERO CRYDO 2VE 54
					VCERO CRYDO 2VE 55
					VCERO CRYDO 2VE 56
					VCERO CRYDO 2VE 57
					VCERO CRYDO 2VE 58
					VCERO CRYDO 2VE 59
					VCERO CRYDO 2VE 60
					VCERO CRYDO 2VE 61
					VCERO CRYDO 2VE 62
					VCERO CRYDO 2VE 63
					VCERO CRYDO 2VE 64
					VCERO CRYDO 2VE 65
					VCERO CRYDO 2VE 66
					VCERO CRYDO 2VE 67
					VCERO CRYDO 2VE 68
					VCERO CRYDO 2VE 69
					VCERO CRYDO 2VE 70
					VCERO CRYDO 2VE 71
					VCERO CRYDO 2VE 72
					VCERO CRYDO 2VE 73
					VCERO CRYDO 2VE 74
					VCERO CRYDO 2VE 75
					VCERO CRYDO 2VE 76
					VCERO CRYDO 2VE 77
					VCERO CRYDO 2VE 78
					VCERO CRYDO 2VE 79
					VCERO CRYDO 2VE 80
					VCERO CRYDO 2VE 81
					VCERO CRYDO 2VE 82
					VCERO CRYDO 2VE 83
					VCERO CRYDO 2VE 84
					VCERO CRYDO 2VE 85
					VCERO CRYDO 2VE 86
					VCERO CRYDO 2VE 87
					VCERO CRYDO 2VE 88
					VCERO CRYDO 2VE 89
					VCERO CRYDO 2VE 90
					VCERO CRYDO 2VE 91
					VCERO CRYDO 2VE 92
					VCERO CRYDO 2VE 93
					VCERO CRYDO 2VE 94
					VCERO CRYDO 2VE 95
					VCERO CRYDO 2VE 96
					VCERO CRYDO 2VE 97
					VCERO CRYDO 2VE 98
					VCERO CRYDO 2VE 99
					VCERO CRYDO 2VE 100

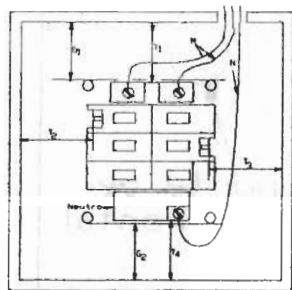


Ilustración 1

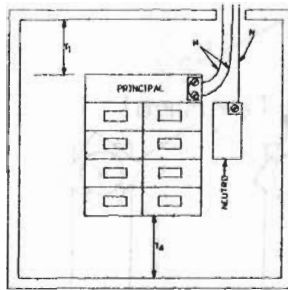


Ilustración 2

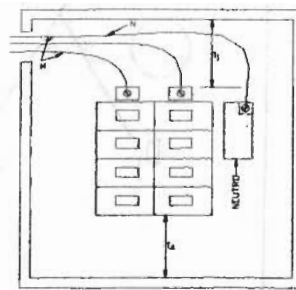


Ilustración 3

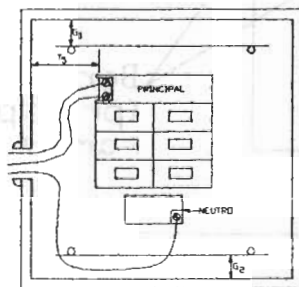


Ilustración 4

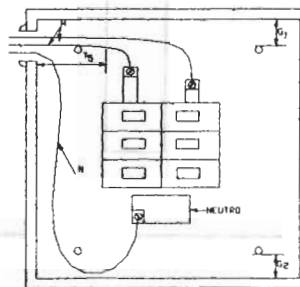


Ilustración 5

- M** : Conductor principal activo (fase)
- N** : Conductor principal neutro
- G₁, G₂** : Distancias de canaleta. Véase el numeral 6.11.4.
- T₁, T₂, T₃, T₄, T₅** : Distancia de doblamiento de cables.

FIGURA Nº 2. ILUSTRACIÓN PARA DETERMINAR EL ESPACIO DE DOBLAMIENTO PARA CONDUCTORES

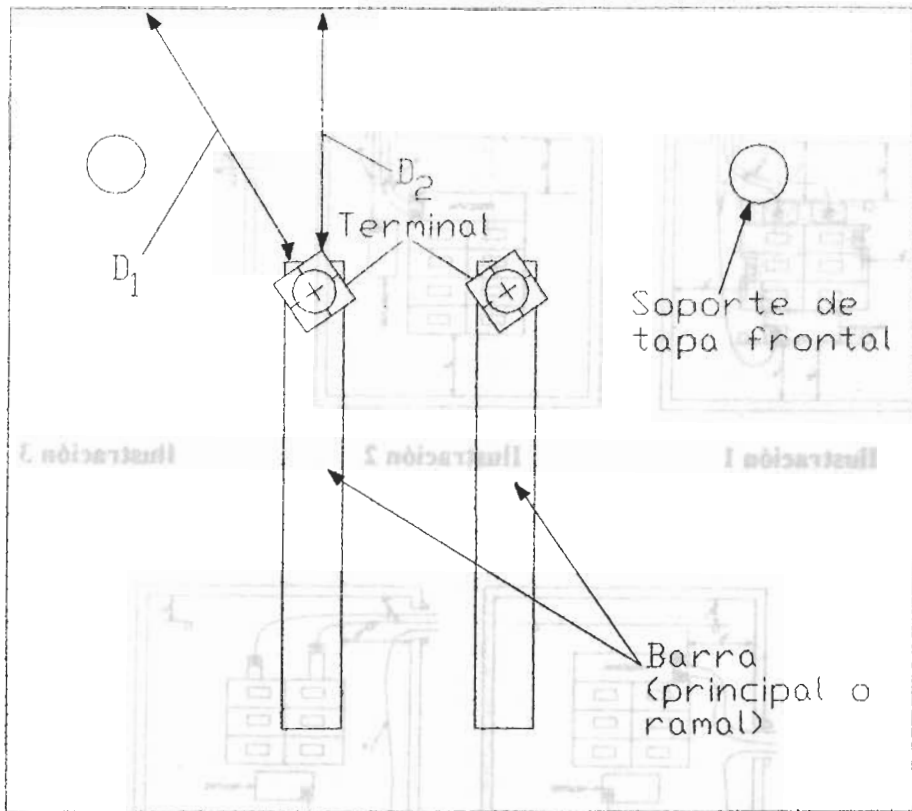


Ilustración 1

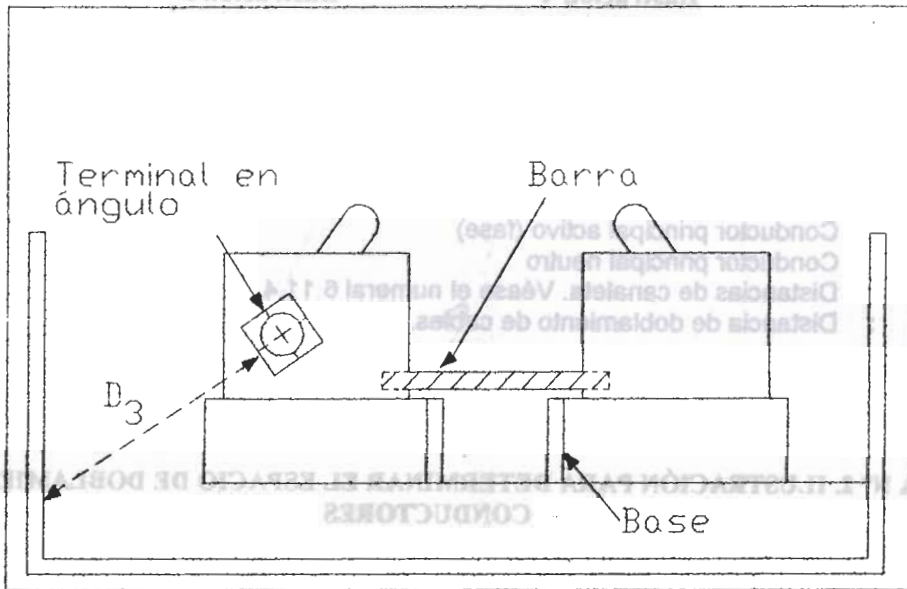


Ilustración 2

FIGURA 3. MEDICIÓN DE LAS DISTANCIAS DE LOS ESPACIOS DE DOBLAMIENTO DE CONDUCTORES

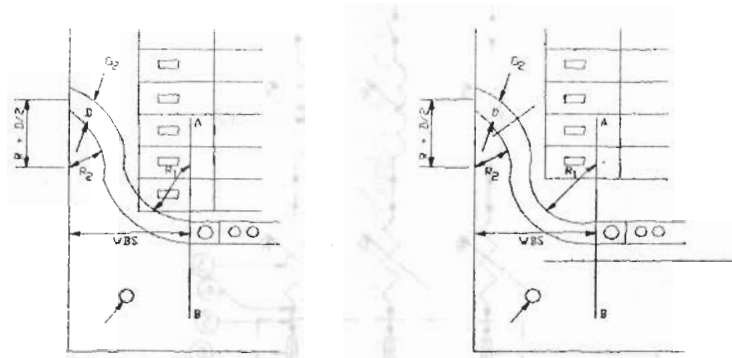


Ilustración 1

Ilustración 2

Notas:

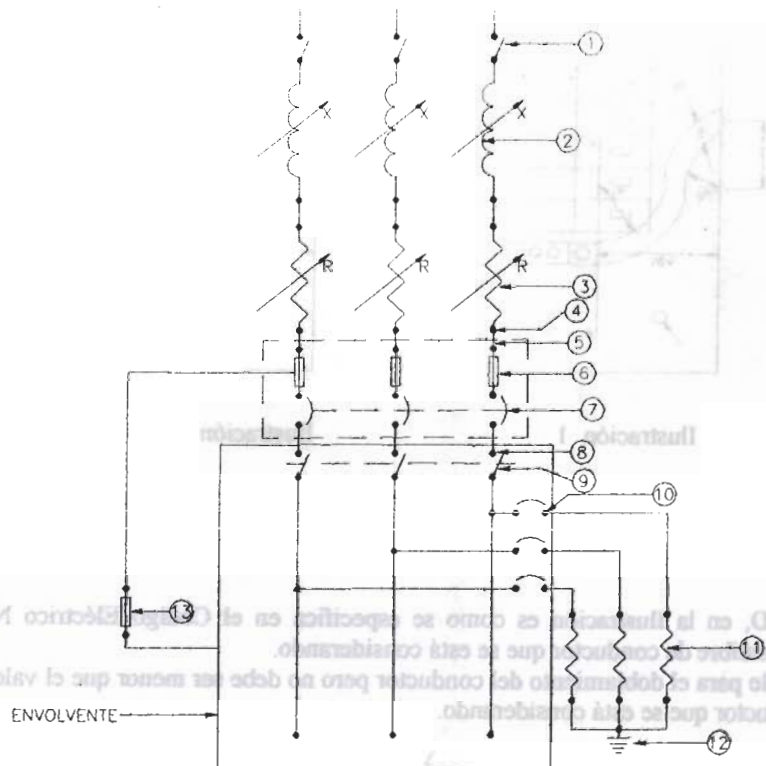
El diámetro del conductor, D , en la ilustración es como se especifica en el Código Eléctrico Nacional COVENIN 200, capítulo 9, tabla N° 5 para el calibre de conductor que se está considerando.

WBS es la distancia disponible para el doblamiento del conductor pero no debe ser menor que el valor especificado en la tabla N° 6 para el calibre del conductor que se está considerando.

FIGURA N° 4. RESTRICCIONES DEL DOBLAMIENTO DE CONDUCTORES

9	Interruptor automático principal	Interruptor de corte
10	Interruptor automático para circuito en derivación con conexión de carga	Reactores de núcleo de aire de derivación variable
11	Derivaciones (shunts) de instrumentación, si se requieren	Reactores variables
12	Conexión a tierra, si se requieren	Terminales de estación de ensayo
13	Fusible ver el numeral 8.2.2	Conductores de línea
		Portafusibles externos, si el ensayo se efectúa con el interruptor principal separado
		Interruptor automático principal separado
		Interruptor automático principal separado
		Terminales de línea de tablero
		8

FIGURA N° 2 DIAGRAMA DEL CABLEADO DEL CIRCUITO DE ENSAYO PARA CORRIENTE MOMENTÁNEA DE CORTOCIRCUITO



- | | | | |
|----|--|-----|---|
| 1. | Interruptor de cierre | 9. | Interruptor automático principal. |
| 2. | Reactores de núcleo de aire de derivación variable.
Resistores variables. | 10. | Interruptor automático para circuito en derivación con conexión de carga. |
| 3. | Terminales de estación de ensayo. | 11. | Derivaciones (shunts) de instrumentos, si se requieren. |
| 4. | Conductores de línea. | 12. | Conexión a tierra, si se requiere. |
| 5. | Portafusibles externos, si el ensayo se efectúa con el interruptor principal separado. | 13. | Fusible ver el numeral 8.2.5. |
| 6. | Interruptor automático principal separado. | | |
| 7. | Terminales de línea de tablero | | |
| 8. | | | |

FIGURA N° 5 DIAGRAMA DEL CABLEADO DEL CIRCUITO DE ENSAYO PARA CORRIENTE MOMENTÁNEA DE CORTOCIRCUITO

**ANEXO A
LISTA DE VERIFICACIONES**

Tableros Tipo / Modelo: _____		Cantidad: _____		N° de Lote: _____	
Cliente: _____		N° de Pedido: _____			
N° de Fabricación: _____		N° Serial: _____		N° de Circuitos: _____	
N° de Planos: _____					
Tensión Nominal: _____		Corriente Nominal: _____		A. Cap. Cortocircuito: _____ KA.	

	A= Aprobado	R= Rechazado	P= Pendiente	N/A= No Aplica	A	R	P	N/A
1.	Caja							
	Dimensiones Según Planos							
	Tapa de Frente Muerto							
	Ensamble / Puerta / Cierre							
	Acabado							
	Grado de Protección IP							
2.	Bastidor							
	Dimensiones Según Planos							
	Distancias Mínimas							
	Ensamble							
	Acabado							
3.								
4.	Aisladores							
5.	Barras Principales / ramales							
6.	Barra de Neutro							
	Conexión / Terminal Puesta a Tierra							
7.	Interruptores Automáticos							
	Principal y sus Conexiones							
	Ramales: Cantidad / Configuración Según Planos							
	Fijación							
8.	Equipos Eléctricos Adicionales							
	Conformidad Según Especificaciones							
	Cableado							
9.	Identificación Cables / Terminales / Equipos							
10.	Ensamble / Acabado General							
11.	Placas / Rótulos de Identificación							
12.	Portaplanos							
13.	Observaciones Previas Solventes							
14.	Juego de Planos							
15.	Manuales de Instalación / Operación / Mantenimiento							
	Empaque / Embalaje							

Responsable Control de la Calidad:	Lugar y Fecha: _____
Nombre: _____	Firma: _____

ANEXO B
PROTOCOLO GENERAL DE PRUEBAS

Tableros Tipo / Modelo: _____ Cantidad: _____ N° de Lote: _____
 Cliente: _____ N° de Pedido: _____
 N° de Fabricación: _____ N° Serial: _____ N° de Circuitos: _____
 N° de Planos: _____
 Tensión Nominal: _____ Corriente Nominal: _____ A. Cap. Cortocircuito: _____ KA.

1.	Materia Prima	N°	Fecha
	Certificación de Láminas de Acero		
	Certificación de Tornillería		
	Certificación de Barras Conductoras		
	Certificación de Pinturas		
	Certificación de Galvanizados		
	Certificación de Aisladores		
	Certificaciones Varias		

2. **Pruebas Mecánicas:**
Cada tablero de este lote fue revisado y probado en sus aspectos mecánicos, según protocolos anexos. N° _____
3. **Pruebas Eléctricas:**
Cada tablero de este lote fue revisado y probado en sus aspectos eléctricos, según protocolos anexos. N° _____
4. **Mediciones y Pruebas de Aislamiento**
Cada tablero de este lote fue sometido a mediciones y pruebas de aislamiento y aprobado según protocolos anexos. N° _____

Sobre la base de los documentos arriba indicados, se certifica que cada unidad de este lote de tableros para alumbrado, artefactos y de distribución cumple con todos los requisitos técnicos especificados en esta norma y está apta para ser instalado y usado.

Responsable Control de la Calidad: Nombre: _____	Lugar y Fecha: _____ Firma: _____
---	--------------------------------------

COVENIN
542:1999

CATEGORÍA
E

Av. Sucre Los Dos Caminos, Centro Parque
Boyacá, Torre Centro, Piso 5, Oficina 51.
Teléfonos: 285-28-67 / 77-74 Fax: 285-47-87
E-mail: codelectra@cantv.net

ICS: 29.120.60

ISBN: 980-06-2294-2

RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS

Phohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio.

Descriptores: Tableros eléctricos, distribución de energía eléctrica, interruptor automático, circuito eléctrico.