

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

MANUAL DE DISEÑO Y CONSTRUCCION DE
INSTALACIONES ELECTRICAS

INEA

1994

SECTOR ELECTRICO COLOMBIANO
COMITE DE CALIDAD

103

CONTRATO - 2582

PLAN DE INVESTIGACION SECTORIAL

MANUAL DE DISEÑO Y CONSTRUCCION DE
INSTALACIONES ELECTRICAS

(borrador para estudio).



promontajes Ltda.
proyectos y montajes industriales

INEA 0132

534



promontajes Ltda.

proyectos y montajes industriales

PM-117-94

Itagüí, julio 7 de 1994

Doctor

JAIRO JIMENEZ GOMEZ

Coordinador Comité de Calidad

Interconexión Eléctrica S.A. - ISA

Medellín

Asunto: Estudio "Manual de Instalaciones Eléctricas"



Doctor Jiménez:

Con la presente le estamos entregando dos copias del documento final correspondiente al estudio del asunto, objeto del contrato N° 2582.

En el documento quedaron consignadas las inquietudes y comentarios planteadas por funcionarios del sector eléctrico en la reunión para discusión del documento preliminar, efectuada en el mes de abril. De la misma forma, se analizaron y tuvieron en cuenta los comentarios efectuados por funcionarios de ISA y enviados por usted con el oficio N° 14141523 de junio 14.

En nuestro concepto, consideramos que el estudio cumplió con su objetivo primordial, cual era el de entregar a las empresas del sector y a las personas que se dedican al diseño y construcción de instalaciones eléctricas, un manual que exponga de manera sencilla y entendible, los criterios básicos contenidos en el Código Eléctrico Nacional y que permitiera la unificación de las normas particulares de las diferentes empresas del sector. Obviamente y tal como lo ha expresado usted, el manual es un documento que debe quedar permanentemente expuesto a su discusión, actualización y complementación, paralelamente con los cambios que se vayan presentando en las normas que sirvieron de base para su elaboración y en la evolución de las técnicas y materiales empleados en las instalaciones eléctricas.

Queremos aprovechar esta ocasión para reiterarle nuestro agradecimiento por la colaboración recibida por parte de funcionarios de ISA y de las empresas del sector eléctrico para la realización del manual; por su intermedario, le pedimos hacer llegar estos agradecimientos a cada una de dichas empresas.

Finalmente le solicitamos nos informe si se deben introducir modificaciones en la presentación o configuración del trabajo y sobre cual va a ser el procedimiento a seguir para la edición de las copias solicitadas en el contrato o si como en el caso de los estudios objeto del contrato N° 2581, estas van a ser editadas directamente por ISA; así mismo, que nos indique los pasos a seguir para la liquidación del contrato.

Cordialmente,



LUIS GERMAN LALINDE GOMEZ
Gerente

TABLA DE CONTENIDO

GLOSARIO

PRESENTACION

		1
1.	INTRODUCCION	2
1.1	OBJETO	2
1.2	ALCANCE	2
1.3	OBLIGACION DE CUMPLIMIENTO	3
1.4	IDONEIDAD DE LOS INSTALADORES	3
2.	DISPOSICIONES GENERALES	4
2.1	REQUISITOS BASICOS	4
2.2	NORMAS APLICABLES	4
2.3	PLANOS	4
2.3.1	Tamaños	5
2.3.2	Distribución del contenido	6
2.3.3	Convenciones	6
2.3.4	Cuadro de cargas	9
2.3.5	Medidor	9
2.3.6	Rótulo	9

2.4	NIVELES DE TENSION	9
2.4.1	Clasificación	9
2.4.1.1	Servicio monofásico bifilar	11
2.4.1.2	Servicio monofásico trifilar	11
2.4.1.3	Servicio trifilar derivado de un sistema trifásico (conexión en Y con neutro sólidamente puesto a tierra)	11
2.4.1.4	Servicio trifásico tetrafilar	11
2.4.2	Disposiciones especiales según la demanda	11
2.5	SISTEMAS DE MEDIDA	12
2.6	CAJA PARA MEDIDORES Y LOCALIZACION	12
2.7	CALIDAD DE MATERIALES Y ELEMENTOS	13
2.8	ASPECTO DE LA INSTALACION ELECTRICA	14
2.9	CONDICIONES PARTICULARES DE LOCALES PARA EQUIPO ELECTRICO	15
2.9.1	Generalidades	15
2.9.2	Espacios de trabajo	15
2.9.3	Puerta de entrada al espacio de trabajo	16
2.9.4	Iluminación	19
2.9.5	Altura libre	19
2.9.6	Resguardo de las partes vivas	19
2.9.7	Señalización	20

2.9.8	Seguridad contra incendios	20
2.9.9	Ventilación	20
2.9.10	Drenajes	21
3.	FUNDAMENTOS TECNICOS PARA EL DISEÑO	22
3.1	CIRCUITOS RAMALES	22
3.1.1	Generalidades y definiciones	22
3.1.2	Capacidad de los elementos constitutivos del circuito ramal	23
3.1.3	Salidas mínimas requeridas	25
3.1.4	Protección contra falla a tierra	28
3.2	ALIMENTADORES	29
3.2.1	Generalidades y definiciones	29
3.2.2	Tamaño y capacidad mínima del conductor	29
3.2.3	Alimentadores con neutro común	30
3.2.4	Diagrama unifilar de los alimentadores	30
3.2.5	Conductor de tierra en los alimentadores	30
3.3	CALCULO DE LOS CIRCUITOS RAMALES Y ALIMENTADORES	30
3.3.1	Cálculo de la carga de los circuitos ramales	31
3.3.2	Cálculo de la cantidad de circuitos ramales requeridos	31
3.3.3	Cálculo de la carga de los alimentadores	32

3.3.4	Carga del conductor neutro del alimentador	34
3.3.5	Método opcional para calcular el alimentador	35
3.3.6	Cálculo opcional para múltiples viviendas	36
3.4	ACOMETIDAS	36
3.4.1	Acometidas aéreas	36
3.4.2	Acometidas subterráneas	37
3.4.3	Conductores de entrada de la acometida	37
3.4.4	Cálculo de la acometida	43
3.4.5	Medio de desconexión y protección	43
3.4.6	Equipo de medida	46
3.5	PROTECCION DE SOBRECORRIENTE	46
3.6	CONEXION A TIERRA DE LOS SISTEMAS Y EQUIPOS ELECTRICOS	48
3.6.1	Generalidades	48
3.6.2	Aclaración inicial	48
3.6.3	Uso e identificación del conductor neutro	48
3.6.4	Puesta a tierra de circuitos y sistemas eléctricos	50
3.6.5	Localización de las conexiones para poner a tierra los sistemas	50
3.6.6	Calibre mínimo del conductor neutro de la acometida	51
3.6.7	Conductor del sistema eléctrico a poner a tierra	51

3.6.8	Puesta a tierra de equipos	52
3.6.9	Distancia a las varillas de tierra del pararrayos	54
3.7	METODOS DE PUESTA A TIERRA	54
3.7.1	Conexiones del conductor de tierra y del conductor neutro	54
3.7.2	Puesta a tierra de equipos fijos	55
3.7.3	Prohibición de usar el conductor neutro como conductor de tierra.	56
3.8	SISTEMAS DE ELECTRODOS DE TIERRA	56
3.8.1	Tubería de agua	57
3.8.2	La estructura metálica de la edificación	57
3.8.3	Electrodos de fundaciones de concreto	57
3.8.4	Anillo de tierra	57
3.8.5	Electrodos artificiales	57
3.8.6	Resistencia de tierra del electrodo artificial	58
3.8.7	Tamaño del conductor de tierra de equipos	58
4.	ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONSTRUCCION	59
4.1	GENERALIDADES	59
4.1.1	Alcance	59
4.1.2	Condiciones ambientales	59
4.1.3	Continuidad eléctrica	59
4.1.4	Continuidad mecánica	61

4.1.5	Instalaciones bajo tierra	61
4.1.6	Instalaciones en ductos y cielofalsos usados como ducto	63
4.2	CONDUCTORES DE USO COMUN	63
4.2.1	Aislamiento	63
4.2.2	Protección	64
4.2.3	Material	64
4.2.4	Conductores cableados	64
4.2.5	Conductores en paralelo	64
4.2.6	Calibre mínimo de conductores	64
4.2.7	Conductores en lugares mojados	65
4.2.8	Condiciones corrosivas	65
4.2.9	Limitación por temperatura	65
4.2.10	Identificación de los conductores	66
4.2.11	Capacidad de corriente de los conductores	66
4.3	INSTALACION A LA VISTA SOBRE AISLADORES	67
4.4	CANALIZACIONES DE USO COMUN	68
4.4.1	Generalidades	68
4.4.2	Tubo metálico rígido ("conduit" metálico pesado)	70
4.4.3	Tubo metálico intermedio (tubo "IMC" o "conduit" metálico liviano).	71
4.4.4	Tubo rígido no metálico ("conduit" de PVC)	71

4.4.5	Tubería eléctrica metálica (tubería metálica tipo "EMT")	73
4.4.6	Tubería eléctrica no metálica ("flexiconduit" o "conduflex" de PVC).	74
4.4.7	Canalizaciones flexibles	77
4.4.7.1	Tubería metálica flexible	78
4.4.7.2	Tubo metálico flexible ("flexiconduit metálico")	79
4.4.7.3	Tubo metálico flexible hermético a los líquidos ("liquidtight" metálico)	81
4.4.7.4	Tubo no metálico flexible hermético a los líquidos ("liquidtight" no metálico)	82
4.4.8	Canalizaciones superficiales ("canaletas")	83
4.5	NUMERO DE CONDUCTORES POR DUCTO	85
4.6	CAJAS	86
4.7	TABLEROS	88
4.7.1	Tableros de distribución	88
4.7.1.1	Disposiciones generales	88
4.7.1.2	Protección de sobrecorriente	89
4.7.1.3	Tableros en lugares húmedos o mojados	89
4.7.1.4	Puesta a tierra de los tableros	91
4.7.2	Gabinetes para medidores	91
4.7.2.1	Ubicación	91

4.7.2.2	Espacios libres	91
4.7.2.3	Alambrado y conexiones	91
4.8	VARILLA DE PUESTA A TIERRA (O VARILLA TIPO "COPPERWELD")	92
5.	ESPECIFICACIONES MINIMAS DE MATERIALES	93
5.1	GENERALIDADES	93
5.2	NORMAS COMPLEMENTARIAS	93
5.3	CONDUCTORES	94
5.3.1	Generalidades y clasificación	94
5.3.2	Elemento conductor	94
5.3.3	Elemento aislante	95
5.3.4	Marcación o identificación de los conductores	97
5.4	TUBOS Y TUBERIAS	97
5.4.1	Tubo metálico	97
5.4.2	Tubo rígido no metálico	98
5.4.3	Tubería eléctrica metálica	98
5.4.4	Tubería eléctrica no metálica	99
5.4.5	Tubería metálica flexible	99
5.4.6	Tubo metálico flexible	99
5.4.7	Tubo metálico flexible hermético a los líquidos	100
5.4.8	Tubo no metálico flexible hermético a los líquidos	100

5.5	CAJAS	100
5.5.1	Cajas metálicas	100
5.5.2	Cajas no metálicas	103
5.5.3	Identificación con marcas	103
5.6	BANDEJAS PORTACABLES	103
5.6.1	Definición	104
5.6.2	Especificaciones básicas de fabricación	104
5.7	APARATOS	105
5.7.1	Suiches o interruptores no automáticos	105
5.7.2	Tomacorrientes y clavijas	106
5.7.3	Rosetas	108
5.8	INTERRUPTORES AUTOMATICOS	110
5.9	GABINETES PARA MEDIDORES	111
5.9.1	Lámina de acero	111
5.9.2	Otros materiales	112
5.9.3	Estructura	112
5.9.4	Grado de protección	114
5.9.5	Puertas	114
5.9.6	Puesta a tierra	115
5.10	TABLEROS DE DISTRIBUCION	115

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Distribución del contenido del plano	7
Figura 2.2	Convenciones	8
Figura 2.3	Niveles de tensión	10
Figura 2.4	Espacio de trabajo mínimo para un tablero residencial	17
Figura 2.5	Caso en donde solo se requiere una puerta de acceso	18
Figura 2.6	Caso en donde se requiere otra puerta de acceso	18
Figura 3.1	Ejemplo de distribución de tomas en una habitación	26
Figura 3.2	Ejemplo de distribución de tomas en una cocina	27
Figura 3.3	Acometida aérea	38
Figura 3.4	Distancias mínimas permitidas sobre techos (acometidas aéreas)	39
Figura 3.5	Distancias a tierra mínimas permitidas (acometidas aéreas)	40
Figura 3.6	Acometida subterránea	41
Figura 3.7	Varios conjuntos de conductores de entrada de acometida con una acometida común.	42
Figura 3.8	Un solo conjunto de conductores de entrada de acometida y una acometida.	42
Figura 3.9	Medio de protección y desconexión de la acometida	45

Figura 3.10	Ilustración del conductor puesto a tierra (neutro) y del conductor de tierra.	49
Figura 4.1	Continuidad eléctrica de las canalizaciones metálicas	60
Figura 4.2	Protección de canalizaciones que emergen de la tierra	62
Figura 4.3	Canalización sobre aisladores	69
Figura 4.4	Canalizaciones en cielo falso	69
Figura 4.5	Distribución de soportes para tubería EMT (aplicación general).	75
Figura 4.6	Ilustración de la excepción para soporte de tubería EMT	75
Figura 4.7	Utilización de tubo metálico flexible a la intemperie	80
Figura 4.8	Canalizaciones superficiales	84
Figura 4.9	Protección de los tableros de distribución	90
Figura 5.1	Configuración de los conductores	96
Figura 5.2	Tubería eléctrica no metálica	101
Figura 5.3	Tubo metálico flexible	101
Figura 5.4	Tubo metálico flexible hermético a los líquidos	101
Figura 5.5	Dimensiones mínimas de una caja de contadores para un solo medidor (Norma NTC 2958).	113

LISTA DE TABLAS

Tabla 4.1	Capacidad de corriente de los conductores (A)	120
Tabla 4.2	Número máximo de conductores por ducto circular	121
Tabla 4.3	Cajas de uso común	122
Tabla 5.1	Características físicas de los conductores	123
Tabla 220-2(b)	Cargas de alumbrado general de acuerdo con el tipo de local.	124
Tabla 220-11	Factores de demanda para alimentadores de cargas de alumbrado.	125
Tabla 220-19	Demandas nominales de estufas eléctricas	126
Tabla 220-20	Factores de demanda para alimentadores de equipos de cocinas en locales distintos a las unidades de vivienda	127
Tabla 220-30	Cálculo opcional para unidades de vivienda	128
Tabla 220-32	Cálculo opcional. Factores de demanda para 3 ó más unidades de viviendas multifamiliar	129
Tabla 250-94	Conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas de corriente alterna.	130
Tabla 250-95	Calibre mínimo de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos.	131
Tabla 300-5	Recubrimiento mínimo para sistemas de 0 a 600 V	132
Tabla 346-10	Radios de las curvaturas de tubo metálico rígido.	133

GLOSARIO

ACCESORIO: Pieza de una instalación eléctrica que realiza una función más mecánica que eléctrica, como es el caso de una tuerca.

ACOMETIDA: Los conductores y el equipo para portar la energía eléctrica desde un sistema de suministro eléctrico al sistema de alambrado de la propiedad servida.

AISLAMIENTO (Eléctrico): Resistencia eléctrica tan elevada que no permite la circulación de corriente entre dos cuerpos, impidiendo que escape la electricidad de ellos.

AISLANTE: Sustancia o cuerpo cuya capacidad de conducir corriente es nula o, en la práctica muy poca.

AJUSTE (de disparo): Valor predefinido de una variable física a la cual un dispositivo responde realizando una función dada.

ALAMBRADO: Montaje, distribución y conexión de conductores de modo que por ellos pueda transmitirse energía eléctrica desde una fuente hasta una carga dada.

ALAMBRE: Conductor sólido formado por un solo hilo.

ALIMENTADOR: Todos los conductores de un circuito entre el equipo de acometida o la fuente de un sistema derivado y el último dispositivo de sobrecorriente del circuito ramal.

APROBADO: Aceptable para la actividad con jurisdicción para tomar decisiones en el servicio de energía eléctrica.

ARTEFACTO O APARATO ELECTRICICO: Equipo de utilización generalmente diseñado en tamaños normalizados para instalarse como una unidad para cumplir una o más funciones, tales como lavado de ropa, acondicionador de aire, mezclador de alimentos, etc.

ARTEFACTO O APARATO FIJO: Equipo destinado a colocarse en un lugar determinado y conectarse a un tomacorriente específico, como es el caso del calentador de agua.

ARTEFACTO O APARATO PORTATIL: Equipo con cordón y enchufe diseñado para conectarse a los tomacorrientes de servicio general de una instalación.

AUTOMATICO: Que actúa por sí mismo, gracias a su propio mecanismo, sin intervención humana, cuando detecta una magnitud dada de la variable.

CABLE: Conductor formado por varios hilos concéntricos.

CABLE ARMADO: Conjunto de conductores aislados dentro de una envoltura formada con armadura flexible de cinta metálica.

CANALIZACION: Conducto cerrado diseñado especialmente para contener alambres, cables o barras.

CAPACIDAD DE CORRIENTE: Capacidad de los conductores eléctricos para transportar corriente, expresada en amperios.

CAPACIDAD DE INTERRUPCION NOMINAL: La máxima corriente a tensión nominal que tiene previsto interrumpir en condiciones especificadas de ensayo, un dispositivo de protección contra sobrecorriente.

CARGA CONTINUA: Carga cuya corriente máxima se prevee que se mantiene durante tres horas o más.

CEN: Sigla que designa al Código Eléctrico Nacional. (Ver también norma NTC 2050).

CERRAMIENTO: La carcasa o cubierta de los aparatos o la cerca o paredes que rodean una instalación, para evitar a las personas un contacto accidental con partes energizadas, o para proteger el equipo contra daño físico.

CIRCUITO RAMAL: Conductores del circuito entre el último dispositivo de sobrecorriente que los protege y la(s) salida(s).

CIELOFALSO: Estructura de acabado arquitectónico que generalmente se da en los pisos de oficinas y que está por debajo del nivel de los techos o losas

CLAVIJA: Dispositivo de contacto tipo macho a través del cual se alimenta un equipo.

CODIGO ELECTRICO NACIONAL (CEN): Norma NTC 2050, oficial y de obligatorio cumplimiento cuyo objeto es proporcionar márgenes mínimos de seguridad al usuario de la energía eléctrica.

CONDICIONES NORMALES DE SERVICIO: Condiciones de utilización del servicio de energía bajo las cuales no se exceden los límites establecidos para los equipos que se usan, ni se viola ninguna restricción.

CONDUCTOR AISLADO: Que está dentro de un material de composición y espesor aceptado como medio aislante.

CONDUCTOR DESNUDO: Que no tiene cubierta ni aislante eléctrico de ninguna especie.

CONDUCTOR DEL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA: Este conductor, denominado en inglés "GROUNDING ELECTRODE CONDUCTOR", es el que une al electrodo de puesta a tierra con el bloque de unión de neutros o barra en el equipo de acometida.

CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS: Esta expresión se usa para describir cualquiera de los caminos conductores que unen (o mantienen unidos) los encerramientos metálicos no portadores de corriente del equipo eléctrico en un sistema eléctrico. Este término, cuyo equivalente inglés es "EQUIPMENT GROUNDING CONDUCTOR", incluye conductores desnudos o aislados, canalizaciones metálicas y las chaquetas metálicas del cable, cuando la Norma NTC 2050 permite que tales canalizaciones sean usadas como puesta a tierra de equipos. Este conductor, llamado comúnmente "tierra", debe tener aislamiento verde, verde con rayas amarillas o estar señalizado con cintas de color verde.

CONDUCTORES DE ENTRADA DE ACOMETIDA: Los conductores de la acometida entre los terminales de equipo de acometida y el punto de conexión con los conductores (aéreos o subterráneos) que se derivan de la red pública hacia el inmueble.

CONDUCTOR NEUTRO: Conductor que sólo transporta corriente de desequilibrio de los conductores del circuito.

CONDUCTOR PUESTO A TIERRA: O también "GROUNDED CONDUCTOR", por su equivalente inglés, es el conductor de un sistema eléctrico que está intencionalmente conectado a un electrodo de puesta a tierra ("GROUNDING ELECTRODE") en la acometida de la propiedad, en el secundario del transformador o en la fuente generadora de potencia eléctrica. Este es comúnmente el conductor neutro y debe tener aislamiento de color blanco.

CONTINUIDAD (Eléctrica): Condición de una instalación, equipo o material, que permite la circulación de la corriente eléctrica entre dos puntos.

CORRIENTE NOMINAL: Corriente que resulta de un equipo cuando éste funciona o la carga y tensión marcadas en la placa de características del equipo.

DEMANDA: Cantidad de potencia requerida por un usuario o suscriptor en un período de tiempo dado, expresada en kilovatios o kilovoltioamperios.

DESCUBIERTO (aplicado a partes activas): Que una persona puede inadvertidamente tocar o acercarse a menos de una distancia segura. Se aplica a las partes que no están resguardadas, separadas o aisladas de manera adecuada.

DISPOSITIVO: Elemento de un sistema eléctrico que está destinado a transportar pero no a utilizar energía eléctrica.

ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA: Un elemento metálico conductor que se pone en contacto con la tierra física ubicado lo más cerca posible del área de conexión del conductor de puesta a tierra al sistema. Puede ser una varilla destinada específicamente para ese uso o el elemento metálico de la estructura, o la tubería metálica de agua con 3 m o más en contacto directo con la tierra o un anillo formado por un conductor desnudo destinado a este uso, etc.

ENCERRADO: Rodeado por una caja, cubierta, cerca o paredes que impiden que las personas puedan tocar accidentalmente las partes energizadas.

ENCHUFE: Dispositivo de contacto que por su inserción en un tomacorriente, establece la conexión entre los conductores de un cordón flexible y los conductores conectados permanentemente en el receptáculo.

EQUIPO: Término general que abarca material, accesorios, dispositivos, artefactos, luminarias, aparatos y similares que se usan como parte de la instalación eléctrica o conectados a ella.

EQUIPO DE ACOMETIDA: El equipo necesario compuesto generalmente por un interruptor automático o suiche y fusibles y sus accesorios, colocados cerca del punto de entrada de los conductores de alimentación a un edificio, otra estructura u otra área definida y que está destinado a servir de control principal y medio de desconexión del suministro.

EQUIPO DE UTILIZACION: El que utiliza la energía eléctrica para usos mecánicos, químicos, caloríficos, lumínicos u otros.

FACTOR DE DEMANDA: Relación entre la demanda máxima de un sistema o parte de un sistema y la carga conectada al mismo. Este factor es siempre menor que la unidad.

GABINETE: Un encerramiento diseñado para montaje de superficie o empotrado, provisto de un marco o pestaña en el cual hay o pueden colocarse puertas de bisagra.

GARAJE: Un inmueble o parte de él donde uno o más vehículos automotores que transportan líquido volátil inflamable como combustible, se guardan para venta, depósito, alquiler, reparación, exhibición o demostración y todas aquellas partes de un inmueble que estén sobre o debajo del piso o pisos en las cuales se guardan vehículos y que no están separadas por cortafuegos adecuados.

GUARDARROPA: Concavidad que se deja en las paredes de las habitaciones, con el objeto de dejar un espacio útil para almacenar objetos personales

HERMETICO: Construido de modo que, dependiendo del tipo de hermeticidad, no permita el paso de determinada sustancia como agua, líquido o polvo en condiciones de ensayo definidas.

INMUEBLE: Estructura fija, aislada de las demás y con límites determinados. Se usa en el contexto de este manual para designar una casa, local o edificio.

ICONTEC: Instituto Colombiano de Normas Técnicas.

IDONEIDAD: Manera apropiada para desarrollar una actividad cumpliendo cabalmente los requisitos requeridos por ella.

INSTALADOR: Persona natural o jurídica que contrata con el usuario la realización de la instalación eléctrica interna.

INTERRUPTOR AUTOMÁTICO: Dispositivo diseñado para abrir y cerrar un circuito por medio manual o electromecánico, que abre el circuito automáticamente a una corriente dada sin daño para el mismo cuando se le usa dentro de sus capacidades nominales.

LUGAR HUMEDO: Lugares parcialmente protegidos bajo aleros o toldos, porches y corredores techados y abiertos, lugares similares y ambientes interiores con un grado de humedad moderado, tales como algunos sótanos, graneros y depósitos refrigerados.

LUGAR MOJADO: Instalación bajo tierra, o en losas o mampostería que están en contacto directo con tierra, y lugares sometidos a saturación con agua u otros líquidos, tales como áreas de lavado de vehículos y lugares expuestos a la intemperie y no protegidos.

LUGAR SECO: Lugar no sometido normalmente a mojadura ni humedad. Un lugar clasificado como seco puede estar temporalmente sometido a mojadura o humedad, como es el caso de un inmueble en construcción.

LUX: Iluminación producida a una superficie en todos los puntos a un metro de distancia de una fuente puntual de una candela, direccionalmente uniforme.

MARCADO (aplicado a un equipo): Que por una marca puede reconocerse como adecuado para determinado propósito.

MEDIO DE DESCONEXION: Dispositivo o grupo de dispositivos por los cuales los conductores de un circuito pueden desconectarse de su fuente de suministro.

MEDIO DE PUESTA A TIERRA: Cualquier elemento o sistema que brinde un camino a tierra permanente y continuo de baja impedancia, con suficiente capacidad para transportar por él la corriente de falla que circule. Por ejemplo, para la puesta a tierra de equipos, puede ser un conductor de material resistente a la corrosión o un sistema de canalización metálica.

NO AUTOMÁTICO: Cuyo funcionamiento necesita la intervención de personas.

NORMALIZADO: Material o equipo fabricado con las especificaciones de una norma aceptada.

NTC: Sigla que designa a la Norma Técnica Colombiana; este manual se refiere en especial a la NTC 2050, también denominada Código Eléctrico Nacional.

PARTES ACTIVAS - PARTES VIVAS: Cualquier elemento del sistema que tenga alguna diferencia de potencial a tierra y a neutro, diseñado para transportar energía eléctrica.

PERSONA CALIFICADA: Aquella que está familiarizada con la construcción y manejo del equipo así como de los riesgos existentes.

RED PUBLICA (De distribución): Conjunto de líneas que llevan la energía desde una subestación a toda un área de consumo.

RESGUARDADO: Cubierto, apantallado, cercado, encerrado o protegido de alguna manera, por medio de cajas o tapas adecuadas, barreras, rieles, pantallas, placas o plataformas que suprimen el riesgo de contacto peligroso o acercamiento de personas u objetos a un punto peligroso.

SALIDA (De energía): Punto en el sistema de alambrado donde se toma corriente para alimentar el equipo utilizado.

SOLIDAMENTE ATERRIZADO: Conectado a tierra de manera permanente a través de una conexión de puesta a tierra que tenga una impedancia suficientemente baja, para que la corriente de falla a tierra que pueda ocurrir no cause la aparición de tensiones peligrosas para las personas.

SOBRECARGA: Funcionamiento de un equipo excediendo su capacidad normal o de plena carga nominal, o de un conductor con exceso de corriente sobre su capacidad nominal, cuando tal funcionamiento, de persistir por suficiente tiempo, causa daños o sobrecalentamiento peligroso. Una falla a tierra, no es una sobrecarga.

SOBRECORRIENTE: Cualquier valor de corriente sobre la corriente nominal de un equipo, o sobre la capacidad de corriente de un conductor.

SUSCRIPTOR: Persona natural o jurídica que celebra el contrato con la entidad (la empresa de servicios) que presta el servicio público domiciliario.

TABLERO: Un panel, o grupo de paneles individuales diseñados para constituir un solo panel; incluye barras, dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente y puede tener o no, suiches para controlar los circuitos de fuerza, iluminación o calefacción y está diseñado para instalarse dentro de una caja o gabinete, colocado, embutido o adosado a una pared o tabique y ser accesible sólo por el frente.

TENSION (de un circuito): Es el mayor valor eficaz de la diferencia de potencial entre dos conductores cualesquiera del circuito al que pertenecen.

TENSION NOMINAL DE SUMINISTRO: Valor nominal asignado al circuito o sistema para la denominación de su clase de tensión de modo que la tensión real varíe dentro de una banda sobre éste, que permita un funcionamiento satisfactorio del equipo.

TIERRA: Conexión conductora intencional o accidental entre un circuito o equipo eléctrico y la tierra física.

TOMA (Tomacorriente): Dispositivo de contacto instalado en una salida para que un equipo tome energía de él a través de la conexión de un solo enchufe.

USUARIO: Persona natural o jurídica que hace uso del servicio de energía eléctrica.

VIVIENDA: Inmueble con una o más habitaciones para el uso de una o más personas, con unidades para comer, vivir y dormir y con provisiones permanentes de cocina.

VIVIENDA UNIFAMILIAR: Un inmueble con una sola vivienda.

VIVIENDA MULTIFAMILIAR: Un inmueble con dos o más unidades de vivienda.

MANUAL DE DISEÑO Y CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS

PRESENTACION

La Norma Técnica Colombiana NTC 2050, o Código Eléctrico Nacional, ha normalizado todas las instalaciones eléctricas interiores, buscando la seguridad de las personas y los equipos, y elevando a la categoría de obligatorio cumplimiento criterios de reconocido valor técnico.

Este manual pretende orientar a los diseñadores y constructores, procurando que en todas las ciudades del país las instalaciones eléctricas respondan a las normas del Código y que las personas que usan y operan esas instalaciones se sientan seguras.

Es necesario advertir, además, que las empresas de servicios tienen sus propios reglamentos, normas y consideraciones respecto a quiénes, en qué forma y bajo qué condiciones, prestan el servicio eléctrico. Por lo tanto, este manual debe complementarse con estos reglamentos, que aquí se denominarán con el nombre genérico de "reglamento de servicios".

Por último hay que agregar que para la elaboración de este manual, PROMONTAJES LTDA. utilizó, además de la Norma NTC 2050, los manuales de instalación y reglamentos de distintas empresas del sector de servicio público en Colombia y los Códigos Eléctrico Nacional de Venezuela (Norma COVENIN 200) y de los Estados Unidos de América (National Electrical Code, NEC, versión 1990) y diferentes textos de interpretación del NEC, particularmente los National Electrical Code Handbooks de 1987 y 1990.

1. INTRODUCCION

1.1 OBJETO

El Comité de Calidad del Sector Eléctrico coordinado por Interconexión Eléctrica S.A, ISA, contrató la preparación de este manual con el propósito de unificar las normas de las diferentes empresas que prestan el servicio de energía eléctrica, y el de lograr la aplicación integral de la Norma Técnica Colombiana 2050, que a su vez pretende salvaguardar a las personas y propiedades de los peligros implícitos en el uso de la electricidad.

Este manual intenta divulgar ampliamente los criterios de la norma para promover su aplicación y cumplimiento, haciendo más entendibles y sencillos los criterios básicos contenidos en ella.

El manual esta dirigido pues, a los profesionales y personas calificadas que en Colombia se dedican al diseño y construcción de instalaciones eléctricas.

1.2 ALCANCE

Este manual contiene las disposiciones básicas para el diseño y la construcción de instalaciones eléctricas domiciliarias destinadas al uso residencial, pequeños comercios y pequeñas industrias, que utilicen la energía eléctrica a niveles de tensión por debajo de los 600 voltios. En el caso de instalaciones de comercio o pequeñas industrias, los diseños particulares deben ser complementados con aportes de ingeniería específica según la complejidad de la instalación.

Las disposiciones aquí contenidas se aplican por igual a las instalaciones nuevas y a las expansiones o modificaciones que se hagan en las instalaciones existentes.

El manual se refiere únicamente a las instalaciones interiores del usuario o suscriptor del servicio de energía eléctrica, entendiéndose por instalación interior el conjunto de elementos que hacen posible la utilización de la energía eléctrica y que se encuentran entre el poste de conexión a la red secundaria de la empresa de servicios y el punto donde el usuario conecta los aparatos para utilización de la energía.

1.3 OBLIGACION DE CUMPLIMIENTO

Las disposiciones de diseño y construcción de instalaciones eléctricas contenidas en este manual, así como las normas técnicas enunciadas en él, como la Norma Técnica Colombiana (NTC) 2050 (antes denominada norma 2050 de ICONTEC o Código Eléctrico Nacional, CEN), son de obligatorio cumplimiento para toda persona o entidad que solicite el servicio de energía o utilice los servicios del fluido eléctrico.

La revisión de los planos o instalaciones por parte de una empresa de servicios no es obligatoria y si la hubiere, no exime al diseñador o constructor de la instalación, de sus responsabilidades por el incumplimiento de las disposiciones aquí contenidas o de las normas del Código Eléctrico Nacional.

1.4 IDONEIDAD DE LOS INSTALADORES

Los ingenieros electricistas y electrónicos, los tecnólogos electricistas y los instaladores electricistas, deben acreditar, ante la empresa de servicios, su idoneidad para la realización de instalaciones eléctricas de acuerdo con las leyes nacionales.

El Comité de calidad del Sector Eléctrico Colombiano capacitará a los ingenieros y demás técnicos, que las leyes y sus decretos reglamentarios autoricen para diseñar y ejecutar instalaciones eléctricas, en el uso de este manual, dará certificados de capacitación y certificados de idoneidad. El comité mantendrá listados actualizados de empresas y personas capacitadas e idóneas para la realización de instalaciones eléctricas de acuerdo con este manual.

El Comité podrá nombrar inspectores que realicen revisiones de instalaciones eléctricas ejecutadas por quienes se encuentran en los listados del comité, con el fin de verificar el cumplimiento del manual y mantenerlos o retirarlos de las listas.

Los listados de empresas y personas idóneas aparecerán con regularidad en los boletines del Comité del Sector Eléctrico a fin de que puedan ser consultados por quienes desean encargar la construcción de instalaciones eléctricas a personas con certificado de idoneidad en la materia.

Sin embargo, el hecho de tener o no tener el certificado de idoneidad no exime a los instaladores eléctricos de cumplir todas las disposiciones contempladas en la Norma NTC 2050.

2. DISPOSICIONES GENERALES

2.1 REQUISITOS BASICOS

El diseño y la construcción de la instalación eléctrica deberá garantizar una operación segura tanto para las instalaciones propias del usuario, como para las instalaciones y equipos de la empresa de servicios.

Todos los materiales y equipos integrados permanentemente a la instalación eléctrica deberán cumplir con las normas del ICONTEC en cuanto su especificación de construcción y su uso, tal como se establece en el capítulo 5 de este manual. El montaje de los materiales, accesorios, tuberías, conductores y equipos se deberá realizar de acuerdo con las mejores prácticas de ingeniería, con las recomendaciones generales de este manual y las particulares de los fabricantes.

Si la empresa de servicios así lo exige, todo proyecto de construcción de instalaciones nuevas, o adiciones o modificaciones de instalaciones existentes, deberá ser presentado a la empresa de servicios en un plano con los detalles más relevantes de la instalación tal como se menciona más adelante.

2.2 NORMAS APLICABLES

Toda instalación eléctrica deberá ser debidamente diseñada y construida para que cumpla con las leyes Colombianas que regulan la materia, con las disposiciones tarifarias y con la Norma Técnica Colombiana 2050.

Este mismo orden de prioridades se usará en la aplicación de las normas. En caso de que sobre un asunto específico no se encuentre regulación en las normas mencionadas, se usarán las siguientes normas internacionales: IEC, NEC, ANSI, NEMA.

2.3 PLANOS

Se debe recordar que el manejo de las redes de distribución primarias y secundarias y de las acometidas aéreas o subterráneas es potestativo de las empresas de servicios. Esto implica que cualquier intervención que deba hacerse sobre ellas al hacer una instalación eléctrica, debe tramitarse de acuerdo con los reglamentos de las empresas

de servicios. Lo que aquí se diga sobre estas redes debe tomarse a título ilustrativo y como elemento ordenador en la presentación de los planos.

Es pues potestativo de las empresas de servicios exigir para aprobación los planos que se indican a continuación.

Antes de iniciar los trabajos de una instalación eléctrica se deben hacer los diseños sobre planos, en todos los casos deberá hacerse como mínimo el plano de la instalación eléctrica interior; en casos especiales, tal como se menciona más adelante, se deberán hacer planos tanto de la instalación eléctrica interior como de la exterior.

Deberá hacerse plano de la instalación eléctrica exterior cuando se vayan a extender o modificar las redes primarias, cuando se vayan a extender o modificar las redes secundarias o cuando sea necesario instalar transformadores de distribución. En estos casos los planos deberán contener como mínimo la localización del proyecto, las redes primarias existentes y/o proyectadas, las cargas, la capacidad del transformador de distribución y su relación de tensiones, el diagrama unifilar, las convenciones y los medidores que se piensan utilizar de acuerdo con el reglamento de servicios.

El plano de la instalación eléctrica interior deberá contener la dirección de la edificación, el diagrama unifilar hasta los tableros de distribución, los diagramas de los tableros, las convenciones y la planta arquitectónica. Sobre el plano de la planta arquitectónica se marcará la entrada de la acometida con la localización del medidor y el tablero de interruptores, la localización de los tomas para uso común, los interruptores, las lámparas y los tomas o salidas para equipos especiales, como: estufas, calentadores de agua, unidades de aire acondicionado o calefacción, bombas de agua, etc., incluyendo en cada caso, la información sobre las alturas de instalación, el número del circuito al cual pertenece la salida, dimensiones de los ductos y la cantidad de conductores por ducto. Igualmente se consignarán en este plano los detalles especiales de construcción.

2.3.1 Tamaños

Los planos serán presentados en un tamaño de papel apropiado para que todos los detalles de la instalación queden claros y dentro de los siguientes límites definidos por la Norma NTC 1687.

Tipo	Tamaño
AO	0,841 X 1,189 m
A1	0,594 X 0,841 m
A2	0,420 X 0,594 m
A3	0,297 X 0,420 m
A4	0,210 X 0,297 m

2.3.2 Distribución del contenido

Las indicaciones dadas en este numeral son válidas para los planos de la instalación eléctrica interior; los planos de las redes de distribución o de las extensiones de éstas, si se hacen necesarias, se rigen por los reglamentos que al respecto tiene cada empresa de servicios.

En la parte derecha del plano y de arriba abajo, el plano se distribuirá de la siguiente manera: en la parte superior las convenciones, a continuación el cuadro de cargas, en el espacio siguiente las especificaciones del equipo de medida y en la parte inferior el rótulo, ver Figura 2.1.

En la parte izquierda del plano se mostrarán la planta con las instalaciones eléctricas y los detalles y notas que considere conveniente incluir la persona que presenta el proyecto, tipo de tubería, cables, cable de tierra, cajas etc.

2.3.3 Convenciones

Las convenciones son el conjunto de símbolos acordados para representar los elementos eléctricos en el plano y que facilitan la interpretación de éste. Como norma general se deben usar las convenciones generales contenidas en la Figura 2.2 de este manual. En caso de presentarse la necesidad de utilizar símbolos especiales no contenidos en la Figura 2.2, el proyectista deberá acogerse a la simbología contenida en normas internacionales como el IEC, ANSI o NEMA.

PLANTA CON INSTALACIONES
ELECTRICAS

(ESCALA.)

NOTAS

CONVENCIONES

CUADRO DE CARGAS

ESPECIFICACIONES
EQUIPO DE MEDIDA

ROTULO

NOMBRE DE LA OBRA	
DIRECCION DE LA OBRA/TELEFONO	
NOMBRE DEL PROPIETARIO	
DIRECCION DEL PROPIETARIO/TELEFONO	
NOMBRE DEL DISEÑADOR/ TELEFONO.	
FIRMA	MATRICULA
	FECHA
	PLANO No.

Figura 2.1. Distribución del contenido del plano.

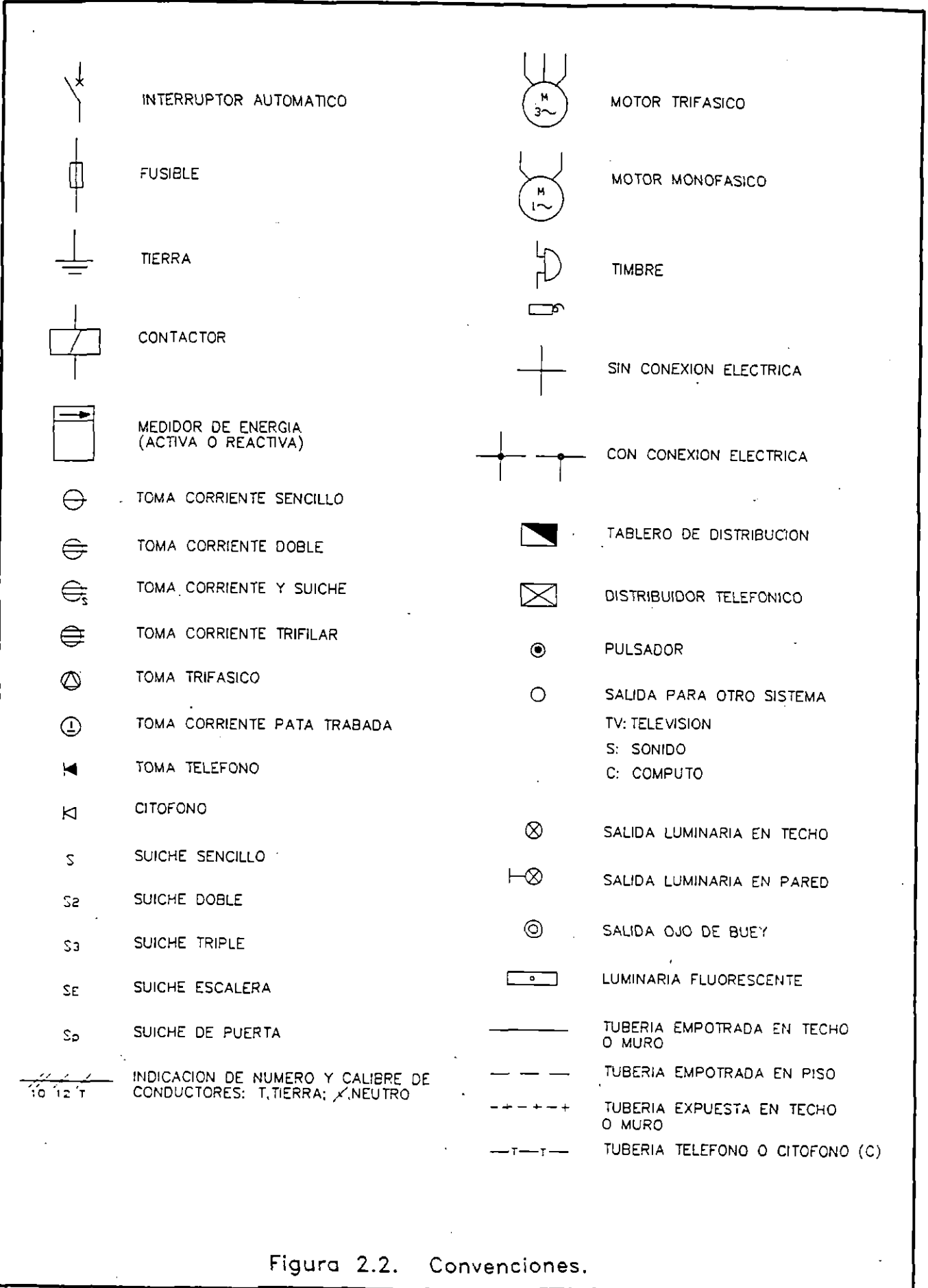


Figura 2.2. Convenciones.

2.3.4 Cuadro de cargas

En el cuadro de cargas se debe indicar para cada uno de los circuitos ramales la carga en vatios o kilovatios, el calibre de los conductores del circuito ramal y su protección.

2.3.5 Medidor

Como especificaciones del equipo de medida se indicará como mínimo la siguiente información: número de fases e hilos, la tensión nominal de servicio, la corriente nominal y la sobrecorriente soportada, la clase de precisión, el tipo de medidor (energía activa o reactiva) y tipo de registro de información (ciclométrico o electrónico); adicionalmente se deberá advertir sobre la necesidad de aceptación del medidor por parte de la empresa de servicio.

Se debe recordar que hay empresas de servicio que exigen en sus reglamentos la instalación de medidores de potencia reactiva y/o de demanda máxima, cuando la carga supera ciertos límites fijados en esos reglamentos.

2.3.6 Rótulo

El rótulo debe contener el nombre, la dirección y el teléfono de la obra, el nombre de la entidad o persona responsable o dueña del proyecto con su número telefónico; el nombre del diseñador con su número de matrícula, tarjeta profesional o licencia y su firma, la escala del plano, la fecha de la elaboración y el número del plano.

2.4 NIVELES DE TENSION

2.4.1 Clasificación

En el país, y dependiendo de la región, es posible encontrar varios niveles de tensión nominal de suministro para las instalaciones eléctricas alimentadas directamente desde las redes de distribución secundarias. A continuación se presenta un resumen de los principales niveles de tensión disponibles y para mayor claridad se presenta su esquema en la Figura 2.3.

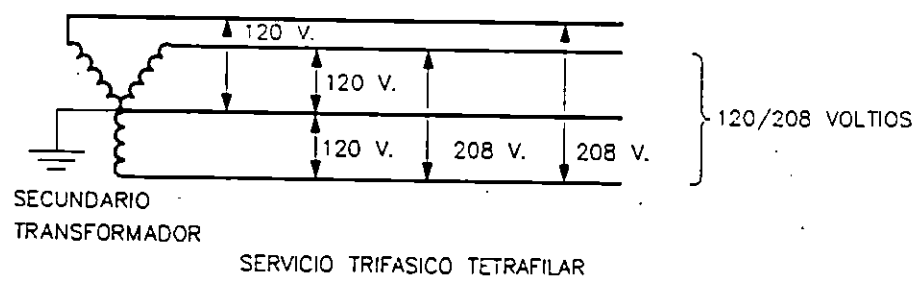
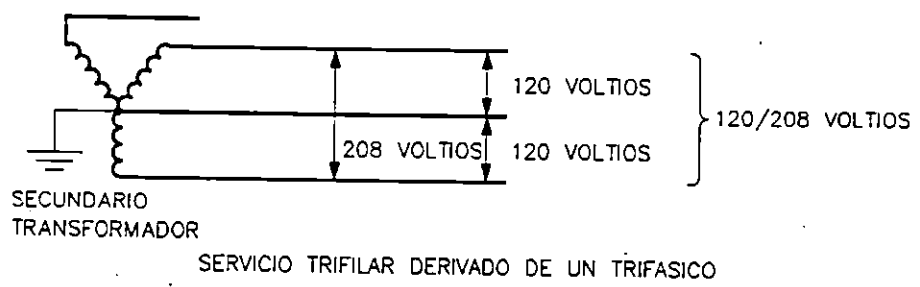
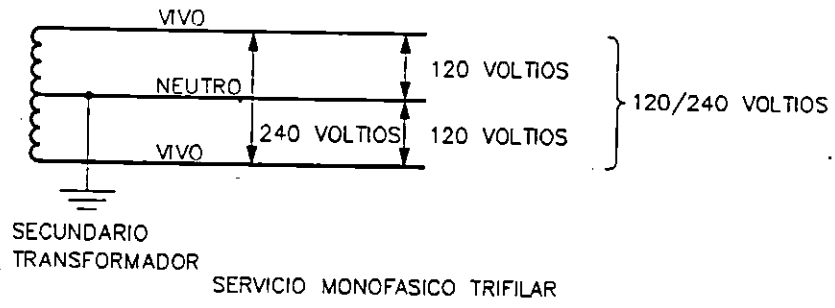
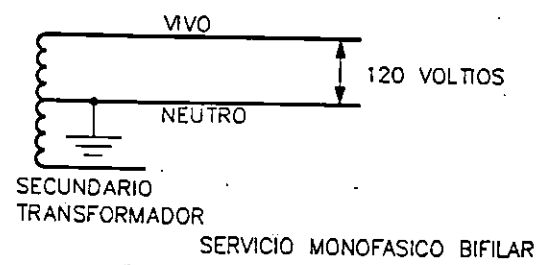


Figura 2.3. Niveles de tensión

2.4.1.1 Servicio monofásico bifilar

120 voltios dos alambres, un alambre activo y uno neutro

2.4.1.2 Servicio monofásico trifilar

120/240 voltios, tres alambres, dos alambres activos y uno neutro

2.4.1.3 Servicio trifilar derivado de un sistema trifásico (conexión en Y con neutro sólidamente puesto a tierra)

120/208 voltios, tres alambres, dos alambres activos y uno neutro (obtenidos de un transformador trifásico). Este servicio es el que comúnmente se presta desde transformadores trifásicos que alimentan conjuntos de usuarios (como en el caso de edificios de apartamentos). Dentro de esta denominación también se incluye la tensión 127/220 voltios, aunque se advierte que no es la recomendada en los estudios de unificación de tensiones en el país.

2.4.1.4 Servicio trifásico tetrafilar

120/208 voltios, cuatro alambres, tres alambres activos o de fase y uno neutro. En muchos sitios del país esta tensión también se le conoce bajo la denominación 127/220 voltios. Esta última tensión no ha sido recomendada en el estudio de unificación de tensiones.

2.4.2 Disposiciones especiales según la demanda

En términos generales las instalaciones cuya capacidad máxima instalada no sobrepase el valor fijado en el reglamento de servicios, podrán alimentarse desde las redes secundarias de baja tensión y únicamente se les facturará el consumo de energía activa (kWh), pero si su carga instalada supera lo establecido en el reglamento particular de cada empresa de servicio, deberá tener medidor de energía reactiva o medidor de energía activa con registro de demanda; por lo que el diseñador deberá informarse sobre el asunto, con el objeto de establecer si se requiere la instalación de un transformador particular o de equipos de medida complementarios o especiales.

2.5 SISTEMAS DE MEDIDA

Toda instalación eléctrica tendrá un medidor colocado a la entrada de la acometida general, con el fin de registrar la cantidad de energía eléctrica consumida por el usuario.

Para el caso de las instalaciones de que trata este manual, el tipo de medición será directo, es decir, los conductores de la acometida se conectarán directamente al equipo de medida.

El medidor de la instalación eléctrica deberá cumplir con el reglamento de servicios, ser homologado por la empresa de servicios, y si es del caso, será también calibrado por ella.

Para las clases de tensión mencionadas anteriormente existen los siguientes tipos de medidores:

- Medidor monofásico bifilar para registrar el consumo en un sistema que requiere un solo conductor activo o fase y uno no activo o neutro.
- Medidor trifilar para el registro de consumo en un sistema que requiera de dos conductores activos o fases y uno no activo o neutro.
- Medidor trifásico para el registro del consumo en un sistema que requiera de tres conductores activos o fases y un conductor no activo o neutro.

De acuerdo con el reglamento de cada empresa de servicios, podrá requerirse de cierta capacidad instalada en adelante la instalación de medidores con registro de demanda máxima.

2.6 CAJA PARA MEDIDORES Y LOCALIZACION

El medidor deberá localizarse en el lugar más adecuado y accesible de la fachada de la edificación. La altura mínima de la base de la caja con respecto al nivel del piso debe ser de 0,50 m y la máxima de 1,40 m. (NTC 2958).

En algunas zonas del país se exige que el medidor se instale dentro de una caja metálica. En las regiones costeras la caja se omite por razones de corrosión. Cuando los medidores lleven caja, esta tendrá las dimensiones enunciadas en el capítulo 5 de este manual. Las cajas deberán construirse en lámina calibre 18 USG

como mínimo, con dos capas de pintura, una anticorrosiva y otra de acabado final. El fondo de la caja será de madera de 15 mm de espesor como mínimo o de lámina metálica ("doble fondo") calibre No. 18 USG como mínimo.

La caja tendrá tapa con tornillos y previsiones para efectuar su cierre y aseguramiento con los sellos de la empresa de servicios y deberá permitir la lectura del medidor sin necesidad de romperlos mediante ventanilla con tapa bisagrada (sin vidrio). Ver especificación particular de fabricación en el capítulo 5.

2.7 CALIDAD DE MATERIALES Y ELEMENTOS

En este numeral se hace un recuento de los requerimientos generales que se deben adoptar para lograr una alta calidad en la instalación eléctrica. En el capítulo 5 de este manual se incluyen las especificaciones de fabricación que deben cumplir los principales materiales y elementos de la instalación. De igual manera, en el Capítulo 4 están contenidas las recomendaciones que deben adoptarse para garantizar los mejores métodos de construcción en la instalación.

Los materiales principales y accesorios para utilización en las instalaciones eléctricas deberán ser adecuados para la aplicación que pretende dárseles. La propiedad de adecuado se puede comprobar mediante las especificaciones escritas en la etiqueta, el sello de fabricación del material o la documentación del fabricante. Los materiales y accesorios de las instalaciones eléctricas no solo deben ser adecuados para la aplicación, sino que deben cumplir en un todo con las normas del ICONTEC particulares.

Al evaluar los materiales se debe tener en cuenta que ellos cumplan con las características de resistencia mecánica y durabilidad y que además, cuando ellos estén destinados a encerrar o proteger otros equipos, lo hagan en forma adecuada.

Se debe considerar que los materiales y accesorios tengan el aislamiento eléctrico adecuado para la tensión a la cual se van a utilizar.

El diseñador deberá tener en cuenta para la selección de los conductores y demás elementos de la instalación, los efectos del calentamiento en las condiciones normales de servicio y también en las condiciones anormales que puedan ocurrir tales como sobrecargas, cortocircuito y aplicaciones especiales.

Ni los materiales ni los equipos deberán ser instalados en localizaciones húmedas o de altas temperaturas, expuestos a gases, a humos, a vapores, a líquidos u otros agentes deteriorantes, a menos que estén especificados explícitamente para tal fin.

Por último, el diseñador deberá poner en práctica otros factores que contribuyan a la efectiva protección de las personas que usan o que puedan, por cualquier circunstancia, ponerse en contacto con el equipo.

Los conductores usados para la instalación deberán ser de cobre, a menos que en algún caso este manual indique lo contrario. Sus calibres se expresarán de acuerdo con el área de su sección conductora en mm^2 o por el sistema de calibración AWG ("American Wire Gauge"). En canalizaciones los conductores de calibre 8 y mayores serán del tipo cableado y especificados por el fabricante para esa aplicación.

Toda la instalación eléctrica deberá construirse de tal manera que una vez se complete, quede libre de fallas, en consecuencia la instalación terminada deberá someterse, como mínimo, a pruebas de aislamiento, continuidad, tensión y puesta a tierra.

Los interruptores automáticos ("breakers") destinados a interrumpir las corrientes de falla, tendrán una capacidad de interrupción igual o mayor que la corriente de cortocircuito que se calcule en sus terminales, a la tensión de servicio.

Los interruptores manuales ("suiches") que se destinen a abrir las corrientes normales del circuito (que no sean de falla), tendrán una capacidad de interrupción igual o mayor que la corriente que deba interrumpirse a la tensión del circuito.

Cada medio de desconexión de la instalación eléctrica que esté alimentando motores o artefactos, acometidas, alimentadores o circuitos ramales, estará marcado claramente indicando su uso, a menos que esté ubicado y dispuesto de tal manera que el propósito sea evidente. Las marcas, que deben colocarse en el punto donde se origina el circuito, serán de materiales durables para resistir el ambiente que las rodea.

2.8 ASPECTO DE LA INSTALACION ELECTRICA

La instalación eléctrica deberá presentar un aspecto limpio y bien terminado; los accesorios deberán quedar firmemente sujetos a las superficies sobre las cuales se montan.

Todo equipo eléctrico que dependa de la circulación natural de aire para su enfriamiento, se instalará de tal forma que el aire fluya a través de él, sin que las paredes adyacentes u otros equipos instalados en el mismo recinto lo impidan.

Todas las aberturas que no se utilicen en las cajas, canalizaciones, gabinetes o cubiertas de equipos se deberán cerrar con un material que suministre una protección equivalente a la pared de la cubierta del equipo.

2.9 CONDICIONES PARTICULARES DE LOCALES PARA EQUIPO ELECTRICO

2.9.1 Generalidades

Aunque el manual está dirigido específicamente a las instalaciones residenciales y a las pequeñas instalaciones comerciales e industriales, que se conectan directamente a la red de distribución secundaria de la empresa de servicio y en consecuencia no requieren de una subestación de transformación, se puede llegar a presentar en estas últimas, el caso de necesitarse un local o espacios particulares para la localización de tableros o equipos eléctricos para distribución y maniobra.

Por lo anterior, se presenta a continuación un resumen de las condiciones mínimas que deben tener estos espacios, advirtiendo que en general el diseño y construcción de las instalaciones industriales o comerciales, así sean mínimas, debe incorporar la aplicación de criterios y técnicas de ingeniería particulares, complementarios de los generales contenidos en este manual.

2.9.2 Espacios de trabajo

Como norma general, en las instalaciones que sólo poseen un tablero desde el cual se operan los interruptores, éste debe quedar localizado en un sitio seguro y de fácil acceso, y en ningún caso podrá localizarse dentro de los armarios, alacenas o sitios de almacenamiento, que impidan el rápido acceso a los interruptores o la adecuada ventilación de estos.

Las distancias mínimas en los espacios de trabajo, en la dirección de acceso a las partes vivas que operen a 600 V o menos y que requieran mantenimiento, ajuste o verificación mientras estén energizadas, no serán menores que las indicadas a continuación. Las distancias se miden desde las partes vivas, si éstas están expuestas,

o desde la puerta o cerramiento, si están encerradas. Para el alcance de este manual, estas distancias mínimas dependen de la tensión nominal respecto a tierra, así:

- De 0 a 150 V: 0,90 m para todos los casos
- De 151 a 600 V: 0,90 para el caso 1
1,05 para el caso 2
1,20 para el caso 3

Caso 1: Partes vivas expuestas en un lado y partes no vivas o puestas a tierra en el otro lado del espacio de trabajo, o partes vivas en ambos lados efectivamente resguardadas por madera u otros materiales aislantes. Los conductores aislados o barras aisladas que operen a menos de 300 voltios no se consideran partes vivas.

Caso 2: Partes vivas expuestas en un lado y partes puestas a tierra en el otro.

Caso 3: Partes vivas expuestas en ambos lados del espacio de trabajo (no resguardadas como en el caso 1), con el operador en medio.

Adicionalmente a las distancias mínimas, señaladas, el ancho del espacio de trabajo en frente de estas partes no podrá ser menor de 0,76 m. En la Figura 2.4 se ilustra el caso de un tablero de interruptores en una instalación residencial.

Los espacios de trabajo exigidos, no se podrán utilizar para almacenamiento y cuando ellos queden localizados en un pasillo, circulación o en general en una área de circulación abierta, deberán resguardarse de manera adecuada para aquellas ocasiones en las cuales las partes vivas normalmente cubiertas se destapen para inspección o mantenimiento.

2.9.3 Puerta de entrada al espacio de trabajo

Debe existir por lo menos una entrada de suficiente área que dé acceso al espacio de trabajo, con un ancho no inferior a 0,60 m y una altura de al menos 2,2 m.

Para los gabinetes de distribución y tableros de control con corriente nominal de 1200 amperios o más, o de más de 1,80 m de longitud de frente, habrá al menos una entrada en cada extremo del local donde éste se ubique, tal como se ilustra en las Figuras 2.5 y 2.6.

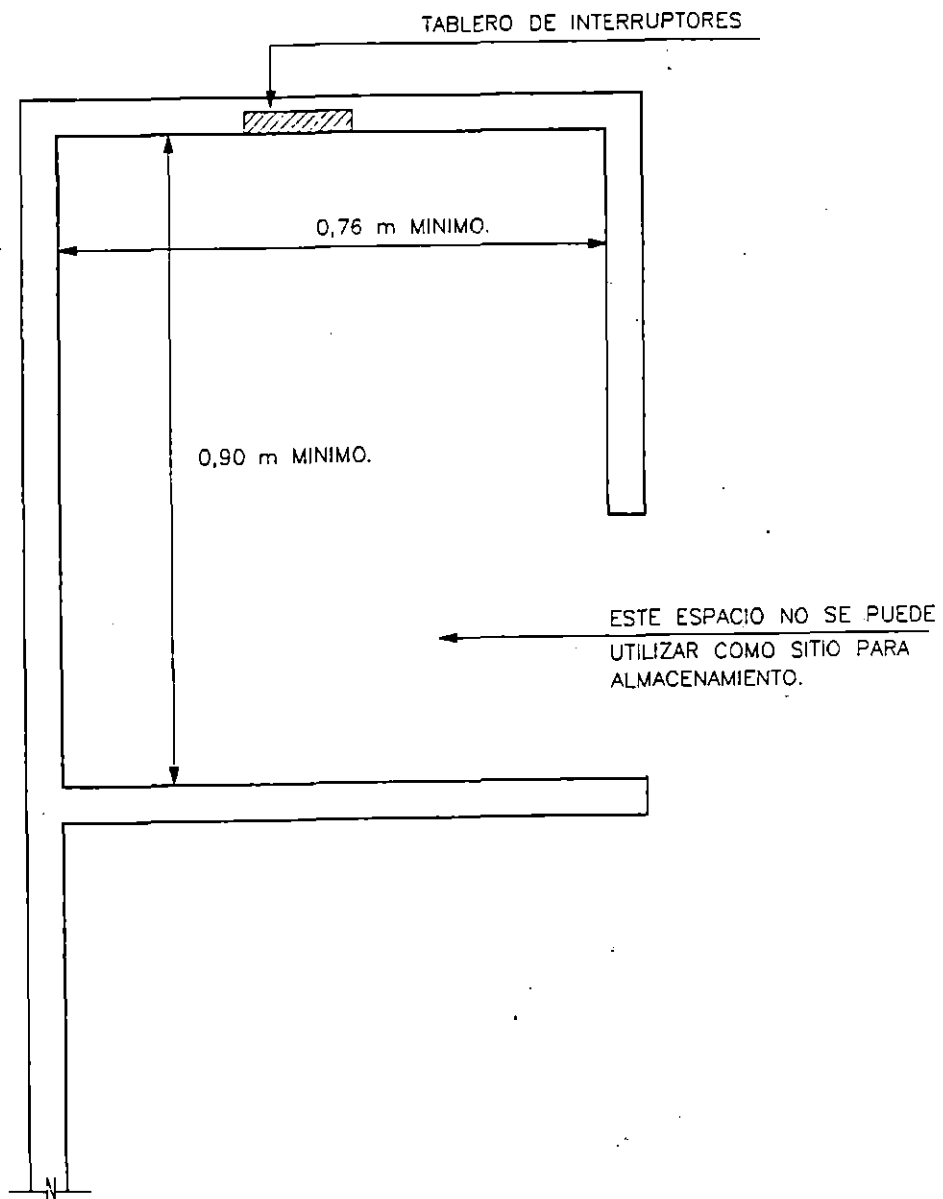


Figura 2.4. Espacio de trabajo mínimo para un tablero residencial.

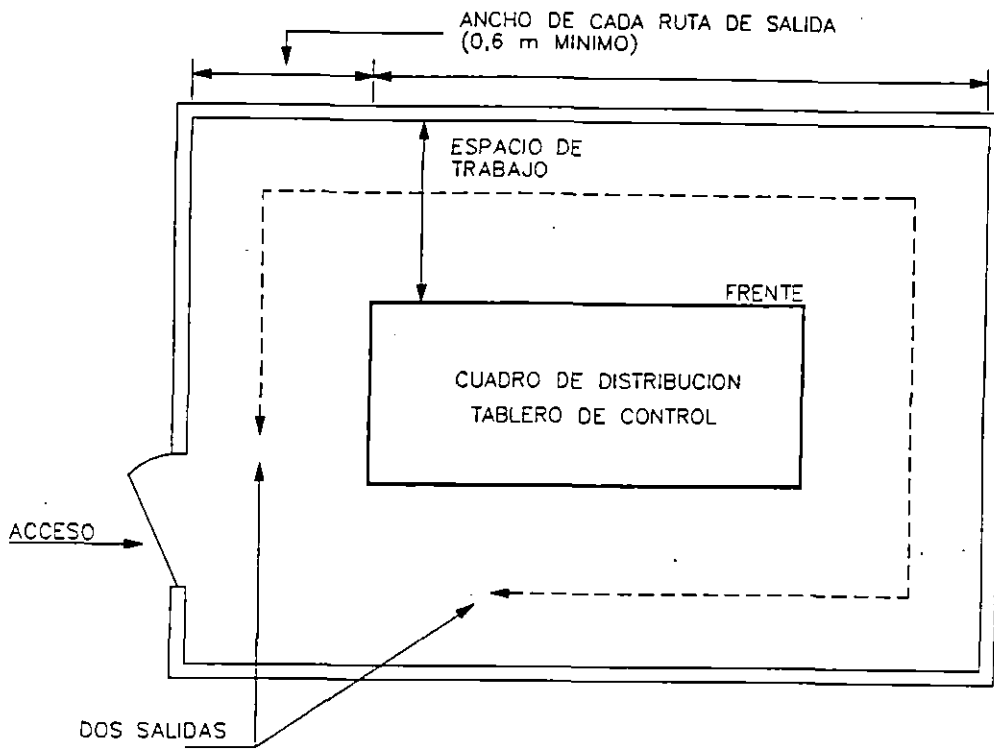


Figura 2.5. Caso en donde sólo se requiere una puerta de acceso.

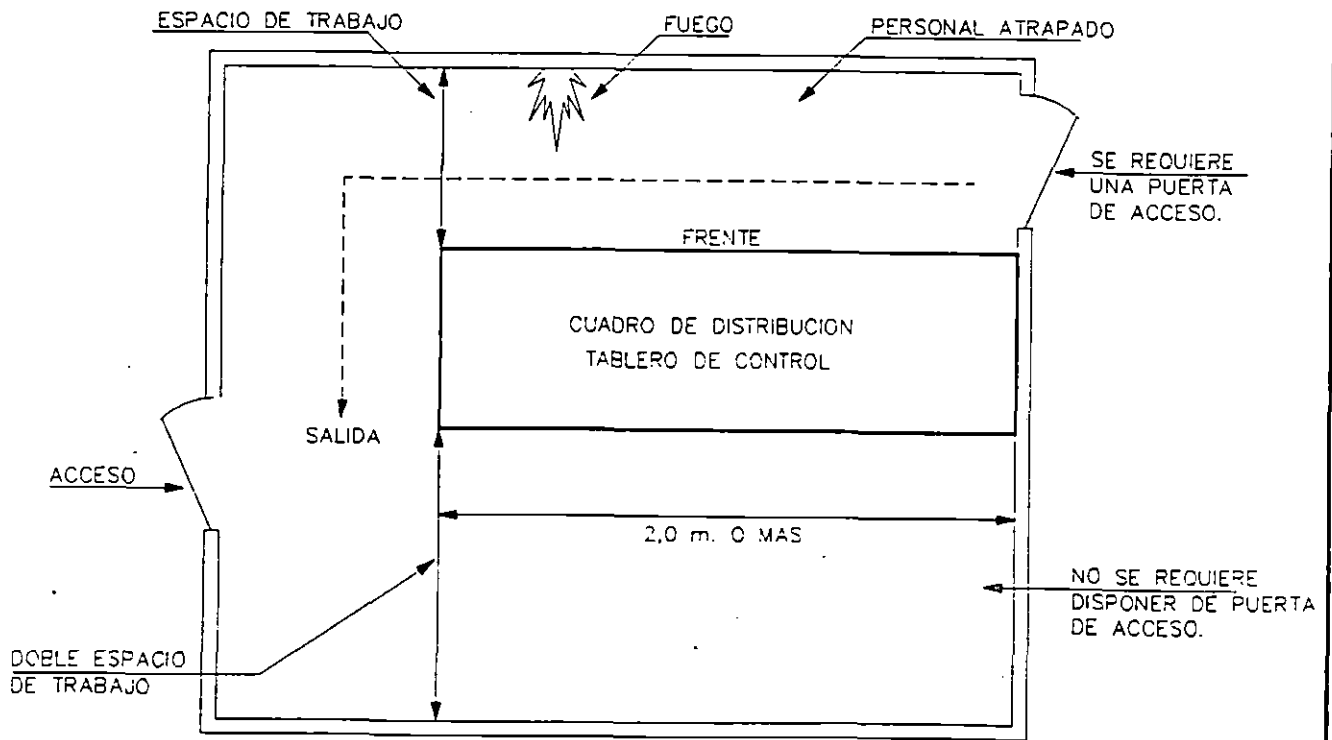


Figura 2.6. Caso en donde se requiere otra puerta de acceso.

En el diseño de los accesos al local para el equipo eléctrico, se tendrán en cuenta las dimensiones del mayor de los equipos destinados al área de trabajo, de tal manera que no se presenten dificultades en la entrada o eventual retiro del mismo. Las puertas de entrada deberán abrir hacia afuera. Las puertas tendrán una cerradura que haga necesario el uso de llaves para abrirlas desde afuera; pero en cambio, desde adentro, las puertas deben abrir libre y fácilmente sin usar llaves. Por ningún motivo se usarán candados o aldabas. Las canalizaciones y sistemas portacables se instalarán de tal manera que no imposibiliten el retiro o instalación del equipo eléctrico. En ningún caso la ruta de entrada y salida de equipos será a lo largo de escalas o espacios que impidan su arrastre o el uso de instrumentos de alce.

2.9.4 Iluminación

Todos los espacios alrededor del equipo de medida, gabinetes de distribución, tableros o centros de control de motores instalados en interiores, estarán iluminados con un nivel mínimo de 100 luxes medidos verticalmente, en todos los puntos extremos del gabinete o los gabinetes. El interruptor para control de la iluminación se deberá ubicar cerca al acceso y las luminarias estarán ubicadas de tal forma que no presente peligro su operación y mantenimiento.

2.9.5 Altura libre

La altura mínima libre por encima de los equipos de acometida, gabinetes de distribución, tableros o centros de control de motores, será de 0,2 metros.

2.9.6 Resguardo de las partes vivas

Las partes activas de equipos eléctricos que trabajen a 50 voltios o más estarán resguardadas de la siguiente manera contra contactos accidentales:

Se ubicarán en un local, bóveda o recinto que sea accesible solamente a personal calificado y fuera del alcance de personas no calificadas.

Se colocarán tabiques sólidos o pantallas permanentes, adecuados y dispuestos de manera que sólo personal calificado tenga acceso al espacio, desde donde se alcanzan las partes vivas; cualquier abertura en dichos tabiques o pantallas estará ubicada y será de tales dimensiones que las personas no tengan posibilidades de ponerse

accidentalmente en contacto con las partes vivas o de poner objetos conductores en contacto con ellas.

En lugares donde el equipo eléctrico pueda estar expuesto a daños materiales, las cubiertas o resguardos estarán colocados y serán de tal resistencia mecánica, que impidan que el daño ocurra.

2.9.7 Señalización

En un lugar visible del recinto para el equipo eléctrico y adecuadamente protegidos contra el deterioro, se deberá colocar una copia de los planos eléctricos, para consulta. Adicionalmente habrá una placa de 0,2 x 0,3 m en acrílico o similar, con la indicación "NO ALMACENAR OBJETOS DE NINGUNA CLASE". Así mismo, en la entrada al local deberá colocarse un aviso que prohíba el acceso a personal no calificado, para lo cual se usará una placa acrílica de 0,3 x 0,2 m, como mínimo, en color amarillo y letras reflectivas, con la indicación "ACCESO SOLO PARA PERSONAL AUTORIZADO".

2.9.8 Seguridad contra incendios

Todo local para equipo eléctrico deberá estar equipado junto a cada puerta de acceso con un extintor de dióxido de carbono (CO_2) o de polvo químico seco, que tenga como mínimo una capacidad de 5 libras.

Las partes de equipos eléctricos que en funcionamiento normal producen chispas, arcos, llamas o metal fundido, estarán encerradas, separadas o aisladas de cualquier material combustible.

2.9.9 Ventilación

Para los equipos montados en el piso se debe proveer un espacio entre su parte superior y las superficies adyacentes, para la correcta circulación del aire y adecuada evacuación del calor.

En cualquier caso los locales tendrán como mínimo un área de ventilación de 0,23 m². Sus rejillas serán resistentes al vandalismo y no deben permitir la penetración de basuras, agua lluvia, animales ni objetos extraños que puedan ponerse en contacto con las partes vivas.

En caso de que por medios naturales no sea posible garantizar las condiciones de ventilación expuestas anteriormente, se recurrirá a ventilación forzada.

2.9.10 Drenajes

El sitio de colocación del equipo eléctrico deberá estar resguardado contra la entrada de agua o de cualquier otro líquido.

Para evitar la humedad natural del piso, los equipos deberán estar montados sobre estructuras de realce en concreto o metálicas, con una altura mínima de 0,05 m.

Por el local donde se encuentra el equipo eléctrico no deberán pasar tuberías con líquidos o vapores con excepción de aquellos que pertenezcan al sistema para extinción de incendio en el local, los cuales no se consideran extraños a él. En caso de que sea imposible cumplir esta regulación, se deberá proceder a tomar todas las precauciones necesarias a fin de que el equipo eléctrico este siempre protegido en el caso de una eventual rotura de la tubería. Esto se podrá hacer con pantallas que desvíen el líquido lejos del equipo eléctrico.

El piso del local se construirá con una pendiente del 0,5%, cuya cota más baja deberá dirigirse hacia la puerta. En este sitio deberá contar con un desagüe que guíe los líquidos hacia las canalizaciones de aguas lluvias.

Las canalizaciones para conductores eléctricos que vengan del exterior, cuyas cajas de paso se encuentren a una cota más alta de la del piso del local para el equipo eléctrico y estén expuestas al agua lluvia, deberán taponarse de tal manera que se impida el acceso de agua hacia el local a través de ellas.

3. FUNDAMENTOS TECNICOS PARA EL DISEÑO

En este capítulo se indica todo el fundamento técnico que concuerda con la Norma Técnica Colombiana (NTC) 2050, denominado más comúnmente como Código Eléctrico Nacional para efectuar los diseños de las instalaciones eléctricas interiores. Como ya se advirtió en los apartes preliminares de este manual, el énfasis recae sobre las instalaciones residenciales.

Hay dos diferencias importantes entre lo tratado en este manual y lo que recomienda la Norma NTC en cuanto al cálculo de la acometida y los conductores de entrada de acometida. Estos cambios surgen debido a que la Norma NTC 2050 sigue muy de cerca el Código Eléctrico Nacional (NEC) de los Estados Unidos, en donde se presenta una gran rigidez en el cálculo debido a las cargas tan altas y a las condiciones particulares climáticas y de construcción de ese país, lo cual obliga a considerar cargas de aire acondicionado o calefacción para el cálculo de acometida en prácticamente cualquier tipo de vivienda. En nuestro país estas circunstancias se dan sólo como casos especiales y en consecuencia se propone modificar los calibres mínimos de acometida y alimentador permitidos por el código.

3.1 CIRCUITOS RAMALES

3.1.1 Generalidades y definiciones

Los circuitos ramales se componen del conjunto de conductores de la instalación eléctrica que se sitúan entre el último aparato de protección de sobrecorriente y la salida. El circuito ramal se considera constituido por la protección de sobrecorriente, el conductor y el aparato de salida.

Los circuitos ramales reconocidos en este manual serán clasificados de acuerdo con la capacidad del dispositivo de sobrecorriente que los protege. La clasificación para circuitos ramales no individuales es de 15, 20, 30, 40 y 50 A.

Los circuitos ramales multihilos son aquellos que se componen con 2 o más conductores vivos con diferencia de tensión entre ellos y un conductor puesto a tierra con igual diferencia de tensión entre éste y los conductores vivos.

Un circuito ramal multihilos puede considerarse como un circuito múltiple pero con todos los conductores originándose en el mismo tablero.

Los circuitos ramales multihilos deberán alimentar solamente cargas entre fase y neutro, excepto donde la protección sea multipolar, es decir, donde ella interrumpa simultáneamente la corriente de todos los conductores al mismo tiempo.

La cubierta aislante del conductor puesto a tierra (neutro) será blanca o gris, mientras que la del conductor de tierra o conductor de puesta a tierra de equipos será verde o verde con rayas amarillas.

La tensión máxima entre conductores del circuito ramal será de 120 V en viviendas, cuartos de hoteles o similares, cuando ellos alimenten lámparas o aparatos de menos de 1440 VA de capacidad, conectados por cordón y enchufe.

Los tomas instalados en circuitos de 15 y 20 Amperios, serán del tipo con polo a tierra y este polo de tierra deberá estar efectivamente puesto a tierra por medio del conductor de tierra (conductor de puesta a tierra de equipos) del circuito ramal alimentador.

3.1.2 Capacidad de los elementos constitutivos del circuito ramal

Los conductores de los circuitos ramales deberán tener una capacidad portadora de corriente no menor que la máxima carga a alimentar. Adicionalmente, los conductores de los circuitos ramales que alimenten varios tomas deberán tener una capacidad portadora de corriente no menor que la de su dispositivo de protección de sobrecorriente.

Los conductores de los circuitos ramales que alimenten estufas, hornos de pared, cocinas integrales u otros aparatos empotrados para cocción, deberán tener una capacidad portadora de corriente no menor que la de protección del circuito ramal ni menor que la de la carga que atienden. Además, para equipos monofásicos mayores de 8,75 kW, los cuales deben ser alimentados a 240 V, la capacidad mínima del circuito ramal será de 40 A y para equipos entre 3,5 y 8,75 kW, la capacidad del circuito ramal no será menor que el 80% de la capacidad nominal de placa de los equipos a alimentar.

Los conductores de los circuitos ramales que alimentan cargas diferentes a las mencionadas anteriormente deberán tener una capacidad portadora de corriente suficiente para atender las cargas, pero nunca su tamaño será menor del 14 AWG.

En cuanto a los aparatos para salidas de energía deberán ser de una capacidad no menor a la de la carga a servir así:

- Los portalámparas que se conecten a circuitos ramales de más de 20 A, deberán tener una capacidad no menor de 660 VA.
- Los tomas instalados en un circuito ramal individual deberán ser de una capacidad no menor a la del circuito ramal.
- Los tomas instalados en un circuito ramal que alimente varias salidas serán de una capacidad no superior a 15 A si el circuito ramal es de 15 A, de 15 o de 20 A si el circuito ramal es de 20 A, de 30 A si el circuito es de 30 A, de 40 o 50 A si el circuito es de 40 A y de 50 A si el circuito es de 50 A.
- Adicionalmente, un tomacorriente cualquiera no podrá alimentar cargas conectadas a él por cordón y enchufe, si la capacidad de la carga es superior al 80% de la capacidad del tomacorriente.

Un circuito ramal individual podrá dimensionarse para alimentar cualquier carga, pero deberá tenerse cuidado de cumplir las dos condiciones siguientes:

- Cuando un circuito ramal alimente cargas conectadas continuamente su capacidad, es decir la de su dispositivo de protección, no podrá ser menor del 125% de esta carga.
- En ningún caso la carga conectada podrá exceder la capacidad en amperios del circuito ramal.

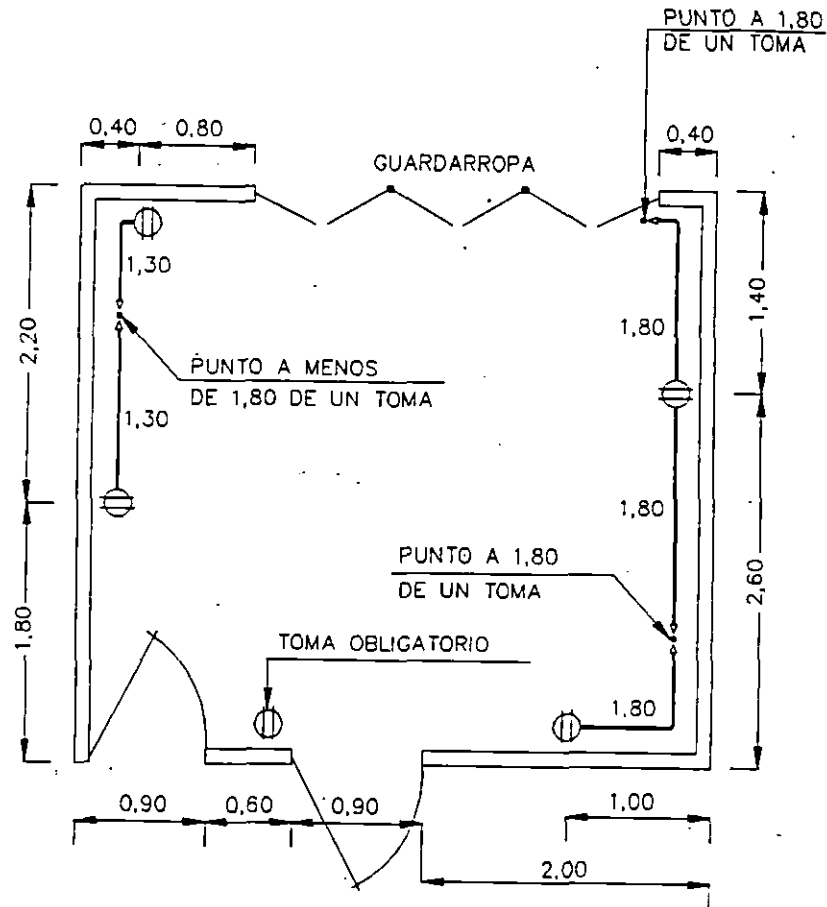
Los circuitos ramales que alimenten dos o mas salidas sólo podrán alimentar las siguientes cargas:

- Circuitos ramales de 15 o 20 A: podrán alimentar salidas de alumbrado y/o de tomas para equipos. La capacidad de cualquier equipo portátil no podrá exceder el 80% de la capacidad del circuito ramal. La capacidad de los equipos fijos no podrá exceder el 50% de la capacidad del circuito ramal.
- Circuitos de 30 A: podrán alimentar iluminación fija con portalámparas del tipo pesado (no menor de 660 VA) sólo en edificios que no sean de viviendas, y tomas para equipos en cualquier edificio, siempre y cuando la capacidad de ninguno de estos equipos supere el 80% de la capacidad en amperios del circuito ramal.

- Circuitos de 40 y 50 A: podrán alimentar equipos fijos de cocina en cualquier edificio y en edificios diferentes a vivienda, iluminación fija del tipo pesado y tomas para cualquier equipo de utilización.
- Circuitos de más de 50 A: solamente cargas diferentes de iluminación.

3.1.3 Salidas mínimas requeridas

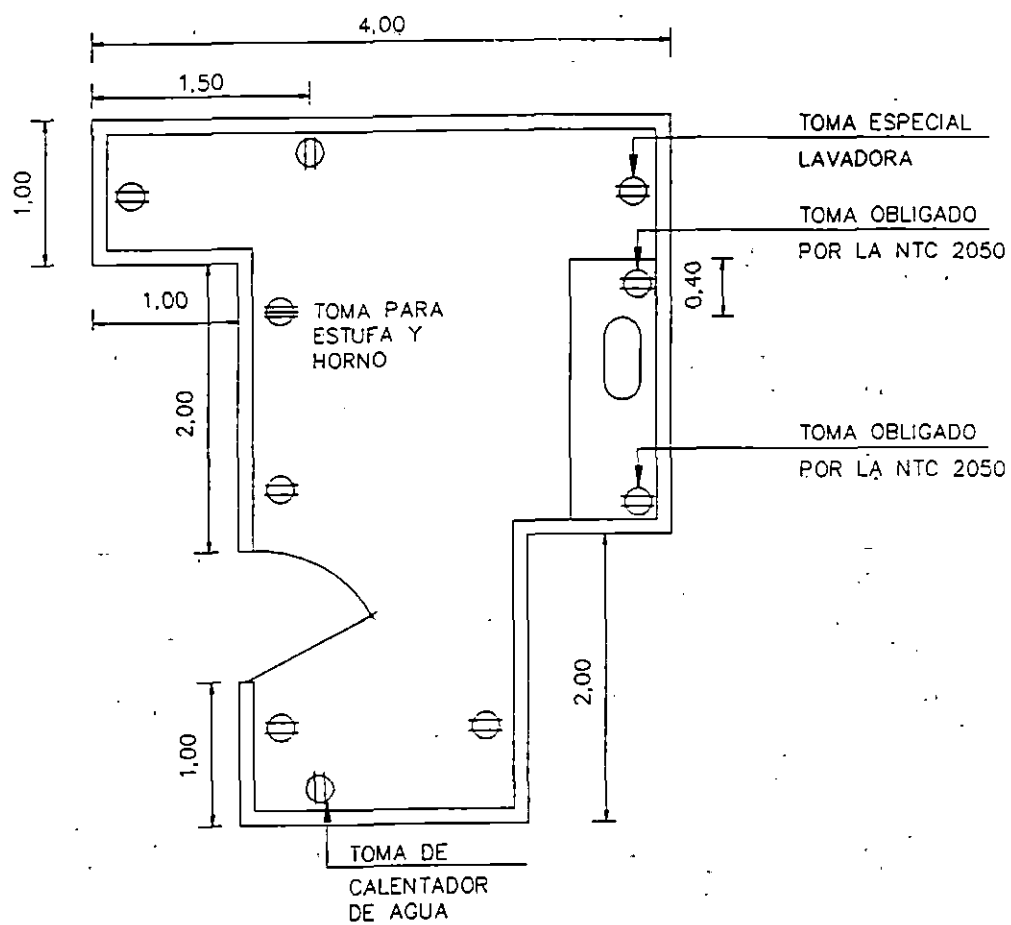
- a. Cantidad mínima de tomacorrientes requeridos en una vivienda:
 - Se deberán colocar tomacorrientes en cada habitación, en el comedor, en la sala, el estadero, la biblioteca o habitaciones similares de una vivienda. Los tomacorrientes se localizarán de tal manera que ningún punto, a lo largo del contorno de las paredes, esté a más de 1,8 m de cualquier tomacorriente en tal espacio de pared. Se entiende por espacio de pared tal como se usa aquí, a toda línea de pared continua, de 60 cm o más de largo, a lo largo de la línea del piso, es decir, no quebrada por los vanos de las puertas de acceso o de los guardarropas. Esta norma tiene como propósito que cualquier dispositivo que se conecte por cordón y enchufe a una toma, encuentre siempre una toma a la que se pueda conectar, minimizando el uso de extensiones. En las zonas de circulación de más de 3 m de largo deberá instalarse al menos 1 toma. Para ilustración y claridad de esta explicación ver la Figura 3.1.
 - En la cocina, para atender los aparatos portátiles que allí se utilicen, se colocarán tomas en la pared inmediatamente encima de las mesas de trabajo que tengan más de 0,30 m de largo y espaciados a no más de 1,2 m entre ellos, ver Figura 3.2.
 - En los baños se colocará mínimo un toma adyacente al lavamanos
 - En la zona de ropas se instalará un toma para la lavadora, que esté localizado a no más de 1,8 m del sitio de localización de la misma.
 - En cada garaje de la vivienda se instalará al menos un toma



NOTA :

TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS

Figura 3.1. Ejemplo de distribución de tomas en una habitación.



NOTA :

TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS

Figura 3.2. Ejemplo de distribución de tomas en una cocina.

- b. Cantidad mínima de salidas de alumbrado requeridas en una vivienda:
 - Al menos una salida para iluminación controlada por un suiche se deberá colocar en cada salón habitable, sala de baño, vestíbulo, escalera, garaje y acceso a exteriores.

3.1.4 Protección contra falla a tierra

Deberán proveerse interruptores de falla a tierra para protección de las personas en los siguientes casos.

- a. Para todos los tomacorrientes monofásicos de 15 ó 20 A, 120 V, instalados en cuartos de baño.
- b. Para los tomacorrientes instalados en garajes con excepción de aquellos que no sean fácilmente accesibles o de aquellos destinados para artefactos que ocupan un lugar específico y que sean conectados por cordón y enchufe.
- c. Para todos los tomacorrientes monofásicos de 15 o 20 A, 120 V, instalados exteriormente a los cuales haya acceso directo desde el piso. Se entiende por acceso directo desde el piso como que esté ubicado a no más de 1,98 m sobre el nivel del piso y que sea accesible directamente sin tener que entrar o pasar a través de la vivienda.
- d. Para al menos uno de los tomacorrientes monofásicos de 15 ó 20 A, 120 V, instalados en el sótano de la vivienda y el cual estará señalado o marcado.
- e. Para todos los tomacorrientes monofásicos de 15 ó 20 A, 120 V, requeridos por el numeral 3.1.3 y que estén ubicados a menos de 1,83 m del fregadero e instalados sobre el tope del mueble de la cocina.
- f. En todos los equipos, tomacorrientes y artefactos para alumbrado utilizados en piscinas, fuentes decorativas, bañeras, bañeras para hidromasajes instaladas permanentemente o móviles de acuerdo con lo indicado en la sección 680 de la Norma NTC 2050.

3.2 ALIMENTADORES

3.2.1 Generalidades y definiciones

Aquí se señalan los requisitos para calcular el calibre y capacidad mínima del conductor del alimentador que atienda la carga de los circuitos ramales calculados según el artículo 3.3.

Se denominará alimentador al conjunto de conductores que se encuentran entre el equipo de acometida y los dispositivos de sobrecorriente de los circuitos ramales.

3.2.2 Tamaño y capacidad mínima del conductor

a. En circuitos específicos

En general los conductores del alimentador deberán tener una capacidad no inferior a la requerida para alimentar las cargas. El conductor del alimentador para una vivienda no tiene que ser mayor que el conductor de entrada de acometida. En otras palabras, se admite que las excepciones permitidas para los conductores de las acometidas se apliquen al alimentador.

La capacidad portadora de corriente del conductor del alimentador no deberá ser menor de 30 A en los casos en que la carga alimentada consista de una cualquiera de las siguientes cantidades y tipos de circuitos:

- Dos o más circuitos ramales de 2 hilos, alimentados por un alimentador de 2 hilos.
- Más de dos circuitos ramales de 2 hilos, alimentados por un alimentador de 3 hilos.
- Dos o más circuitos ramales de 3 hilos, alimentados por un alimentador de 3 hilos.

b. Con relación a la acometida

La capacidad del alimentador no deberá ser menor que la de la acometida cuando el alimentador conduzca la totalidad de la carga servida por acometidas de 55 A o menos.

3.2.3 Alimentadores con neutro común

Se permitirá neutro común hasta para 3 grupos de alimentadores de 3 hilos o hasta para 2 grupos de alimentadores 3 fases 4 hilos. El cálculo de este neutro común se hará de acuerdo a lo indicado en el numeral 3.3.4.

Cuando se use neutro común, todos los alimentadores deberán ir por la misma tubería.

3.2.4 Diagrama unifilar de los alimentadores

En los diagramas unifilares, suministrados con los planos a la empresa de servicios antes de su instalación, se deberá indicar el detalle de los alimentadores. Tal diagrama deberá mostrar el área en metros cuadrados cubierta por cada alimentador, la carga total conectada antes de aplicarle los factores de demanda, el factor de demanda usado, la carga total calculada después de aplicarle los factores de demanda y el calibre y tipo de conductor a utilizar.

3.2.5 Conductor de tierra en los alimentadores

El conductor de tierra del alimentador se diseñará de acuerdo con el numeral 3.6 de este manual, pero en general, cuando un alimentador atiende circuitos ramales que tengan un conductor de tierra, el alimentador deberá incluir un medio de puesta a tierra al cual se conecten los conductores de tierra de los circuitos ramales.

3.3 CALCULO DE LOS CIRCUITOS RAMALES Y ALIMENTADORES

Aquí se señalan los requisitos para determinar la cantidad mínima de circuitos ramales requeridos en una instalación eléctrica y el procedimiento para el cálculo de las cargas de estos circuitos ramales y de los alimentadores.

Las cargas se calculan preferiblemente con base en los voltiamperios en lugar de los vatios.

A menos de que se especifique otra tensión, para efectos de cálculos de cargas de los circuitos ramales y de los alimentadores, se usarán los siguientes sistemas nominales de tensión: 120 V, 120/240 V, 120/208Y V, 240 V, 277/480Y V y 480 V.

3.3.1 Cálculo de la carga de los circuitos ramales

Para determinar la cantidad mínima de circuitos ramales, la carga de cada uno de ellos deberá calcularse de la siguiente manera:

a. Cargas de iluminación por cada propiedad

Para vivienda familiar la carga de iluminación y tomas comunes de 20 A o menos no será menor de 32 voltiamperios por metro cuadrado y el área a considerar no incluye espacios de acceso descubiertos, garajes, ni espacios sin uso presente o futuro. Para edificaciones con usos diferentes de vivienda, como hoteles, hospitales, bancos etc., se debe considerar una carga unitaria de iluminación no menor que la especificada en la tabla 220-2(b) de la Norma NTC 2050.

b. Otras cargas

En todo inmueble la carga mínima para cada toma o salida de uso general y no usada para iluminación general, no será menor que lo relacionado a continuación:

- Salidas para equipos específicos: igual a la del equipo a servir
- Salidas para motores: según el artículo 430 de la Norma NTC 2050
- Las salidas que alimenten luminarias empotradas en el cielofalso se considerarán como de una capacidad igual a la de la luminaria para la cual se asignó la salida.
- Salidas para portalámparas del tipo pesado: 600 VA
- Otras salidas: 180 VA

3.3.2 Cálculo de la cantidad de circuitos ramales requeridos

a. Para el total de la carga calculada

El número mínimo de circuitos ramales deberá ser determinado de la carga total calculada dividida por el tamaño o capacidad del circuito ramal utilizado. En todas

las instalaciones el número de circuitos ramales deberá ser suficiente para alimentar la carga servida.

b. Para la cocina y la zona de ropas

Adicionalmente se deberán proveer circuitos ramales para los pequeños aparatos eléctricos en la cocina y en la zona de ropas como se detalla a continuación.

- Dos o más circuitos ramales de 20 amperios para alimentar los tomas necesarios para los equipos portátiles de la cocina.
- Al menos un circuito ramal adicional de 20 amperios para alimentar los tomas requeridos en la zona de ropas.

c. Para otras cargas

Se deberán proveer circuitos ramales para cargas específicas no cubiertas en los literales a y b anteriores, por ejemplo, calentadores de agua, estufas, secadores, unidades aire acondicionado u otras salidas especiales.

3.3.3 Cálculo de la carga de los alimentadores

Los conductores de los alimentadores deberán tener suficiente capacidad portadora de corriente para atender la carga conectada. En ningún caso la carga calculada de un alimentador será inferior a la suma de las cargas de los circuitos ramales que atiende el alimentador tal como se determinó anteriormente y después de aplicarles los factores de demanda que más adelante se indican.

a. Cargas continuas y no continuas

Ni la capacidad del aparato de protección de sobrecorriente ni la capacidad de corriente de los conductores de un alimentador, podrá ser menor que la suma de la carga no continua más el 125% de la carga continua.

b. Cálculo de la carga de iluminación general

Los factores de demanda listados a continuación serán aplicados a la carga general de alumbrado y tomas de servicio general, calculadas de los circuitos ramales, pero no se aplicarán para calcular la cantidad de circuitos ramales.

Parte de la carga de iluminación general a la cual se aplica el factor de demanda (vatios)	Factor de demanda
Primeros 3000 vatios o menos	100%
Los siguientes hasta 12000 vatios	35%
Exceso de 12000 vatios	25%

c. Cálculo de la carga de tomas en edificios que no sean de viviendas

Cuando la carga calculada de un tomacorriente, en propiedades diferentes a vivienda, se toma como 180 VA por salida, será permitido adicionar esta carga a la de alumbrado general y aplicarle los factores de demanda de iluminación general que se encuentran en la tabla 220-11 de la Norma NTC 2050, o utilizar las cargas para iluminación general indicadas en la tabla 220-3(b) de la misma norma.

d. Motores

La carga de los motores deberá calcularse de acuerdo con las secciones 430-24, 430-25 y 430-26 de la Norma NTC 2050.

e. Unidades fijas de calefacción

La carga de las unidades fijas de calefacción deberá tomarse como el 100% de la carga total asignada a los equipos de calefacción.

f. Carga de los circuitos ramales de 20 A adicionales, en la cocina y de la zona de ropas de las viviendas

En cada vivienda la carga del alimentador se incrementará en 1500 VA por cada circuito ramal de 20 A destinado a los tomas que requieren los aparatos portátiles de la cocina (como lo exige el artículo 3.3.2 b). Esta carga adicional en el alimentador podrá ser considerada como de iluminación general y sujeta a los factores de demanda antes mencionados.

También la carga del circuito ramal destinado a los tomas que alimenten la zona de ropas será considerada como de 1500 VA y se podrá considerar como carga general de iluminación y aplicarle los factores de demanda respectivos.

g. Aparatos no portátiles o electrodomésticos en viviendas

Se permitirá aplicar un factor de demanda del 75% a la carga nominal de placa de 4 o más electrodomésticos fijos cuando son atendidos por un solo alimentador. De estos electrodomésticos hay que excluir la estufa, la secadora de ropas y los equipos de aire acondicionado o calefacción.

h. Secadores de ropas en viviendas

La carga de los secadores de ropas domésticos en una vivienda se tomará como la cifra mayor entre 5000 W o la capacidad de placa del secador.

i. Estufas o equipos de cocción

Para los equipos de cocina como estufas, hornos, cocinas integrales, etc., cuya capacidad de placa esté entre 8,75 y 12 kW, la carga demandada se toma como 8 kW. Para equipos con capacidades menores se tomará el 80% de su capacidad de placa. Cuando el alimentador general alimente más de uno de los equipos mencionados, y éstos tengan capacidades de placa de más de 1,75 kW, los factores de demanda se calcularán de acuerdo con los valores de la tabla 220-19 de la Norma Norma NTC 2050.

j. Equipos de cocina en ocupaciones diferentes a viviendas

La carga del alimentador podrá calcularse de acuerdo a los factores de demanda de la tabla 220-20 de la Norma NTC 2050.

k. Cargas no coincidentes

Cuando es improbable que dos cargas actúen simultáneamente, se permitirá omitir la menor de éstas.

3.3.4 Carga del conductor neutro del alimentador

La carga del neutro de alimentador será la máxima carga desbalanceada y ésta se calcula como la máxima carga total entre el neutro y una cualquiera de las fases, con excepción de sistemas bifásico de 3 hilos o sistemas bifásicos de 5 hilos, en cuyo caso la carga así calculada debe multiplicarse por 1,4. Para los alimentadores de estufas, hornos, cocinas integrales y secadores de ropa, la carga máxima

alanceada deberá ser considerada como el 70% de la carga entre conductores s. No habrá reducción de la capacidad del neutro para la parte de la carga que esconda a alumbrado con lámparas de descarga, computadores, equipos trónicos de procesamiento de datos o equipos similares y que esté alimentado por istema trifásico en estrella de 4 hilos.

5 Método opcional para calcular el alimentador

el caso de las viviendas con la totalidad de la carga servida por un solo alimentador, se podrá calcular la carga del alimentador y de la acometida de acuerdo la tabla siguiente en lugar de los métodos descritos anteriormente.

CALCULO OPCIONAL DE CARGA PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES

DESCRIPCION	PORCENTAJE A APLICAR %
Equipos de aire acondicionado	100
Equipos de calefacción central (menos de 4 unidades)	65
Equipos de calefacción central (más de 4 unidades)	40
Otras cargas	
- Primeros 10 kVA	100
- kVA restantes	40

esta tabla se considera como otras cargas a la suma de:

1500 VA de cada circuito ramal dedicado a los tomas de los equipos portátiles en la cocina.

1500 VA del circuito de la zona de ropas, excluida la secadora

- 32 VA por cada metro cuadrado de área de la vivienda para iluminación y tomacorrientes de uso general
- La capacidad de placa de los aparatos fijos o permanentemente conectados como estufas, secadoras, calentadores, etc.

3.3.6 Cálculo opcional para múltiples viviendas

El alimentador o la acometida de un edificio multifamiliar, o ambos, se podrán calcular de acuerdo con la tabla 220-32 de la Norma NTC 2050.

3.4 ACOMETIDAS

Se define como acometida a los conductores que se extienden desde las redes de la empresa de servicios hasta el medio de desconexión general de la instalación interior.

Todo inmueble se deberá alimentar por una sola acometida. Cuando se permita más de una acometida se deberá colocar una marca permanente en cada desconectador general y en cada medidor indicando la localización de la otra acometida que alimenta el inmueble.

Las acometidas que alimentan un inmueble no deben pasar por el interior de otros inmuebles, a menos que estén ocupados por el mismo suscriptor.

Por el ducto que lleva los conductores de la acometida no deben alojarse otro tipo de conductores.

Los conductores de la acometida deberán tener suficiente capacidad portadora de corriente para manejar la carga, sin que se presenten aumentos de temperatura que deterioren el aislamiento. Su resistencia mecánica será adecuada a las condiciones de instalación. De otra parte, los conductores deben ser aislados para la tensión de servicio.

3.4.1 Acometidas aéreas

Una acometida aérea la componen los conductores que van desde el último poste u otro soporte aéreo, incluyendo los empalmes si los hay, hasta el punto en que estos

conductores entran a la canalización de la edificación. De este punto en adelante se denominan "conductores de entrada de la acometida" a la edificación, ver Figura 3.3.

La acometida aérea estará a una altura no inferior de 2,4 m del techo. Si su tensión es de 300 voltios o menos y pasa sobre techos de alta pendiente, se permite reducir esta distancia hasta 0,90 m tal como se ilustra en la Figura 3.4. Aunque la práctica de pasar acometidas sobre los techos es aceptada por la Norma NTC 2050, su uso no es recomendable y deberá ser evitado.

Las acometidas aéreas no estarán a menos de 3 m de altura de las aceras accesibles únicamente a peatones, ni a menos de 3,7 m en las áreas no sujetas a tráfico de camiones, ni a menos de 5,5 m en las vías públicas, ni a menos de 0,90 m de las ventanas o balcones. El punto de llegada al inmueble nunca estará a menos de 3 m de su piso acabado, tal como se ilustra en la Figura 3.5.

3.4.2 Acometidas subterráneas

La componen los conductores subterráneos entre la calle o transformador y el primer punto de conexión con los conductores de entrada de acometida en una caja, equipo de medida u otro gabinete dentro o fuera del inmueble. Si no existen estas cajas de conexión, se considerará como punto de conexión el punto de entrada al inmueble, ver Figura 3.6.

Las acometidas subterráneas deberán estar protegidas contra daños mecánicos de acuerdo con las técnicas indicadas en los métodos de alambrado de las instalaciones eléctricas y deben tener en cada extremo las cajas para halar los conductores.

3.4.3 Conductores de entrada de la acometida

Los conductores de entrada de la acometida son los que están localizados entre las terminales del equipo de medida o desconexión general y el punto de conexión con los conductores de las acometidas aéreas o subterráneas, ver Figuras 3.5 y 3.6.

Cada acometida aérea o subterránea deberá alimentar un solo conjunto de conductores de entrada de acometida, excepto si la edificación posee 2 o más locales, Figura 3.7; o donde hay desde 2 hasta 6 medios de desconexión de la acometida, en cuyo caso se permite que un conjunto de conductores de entrada de acometida alimente todos los medios de desconexión, como se ilustra en la Figura 3.8.

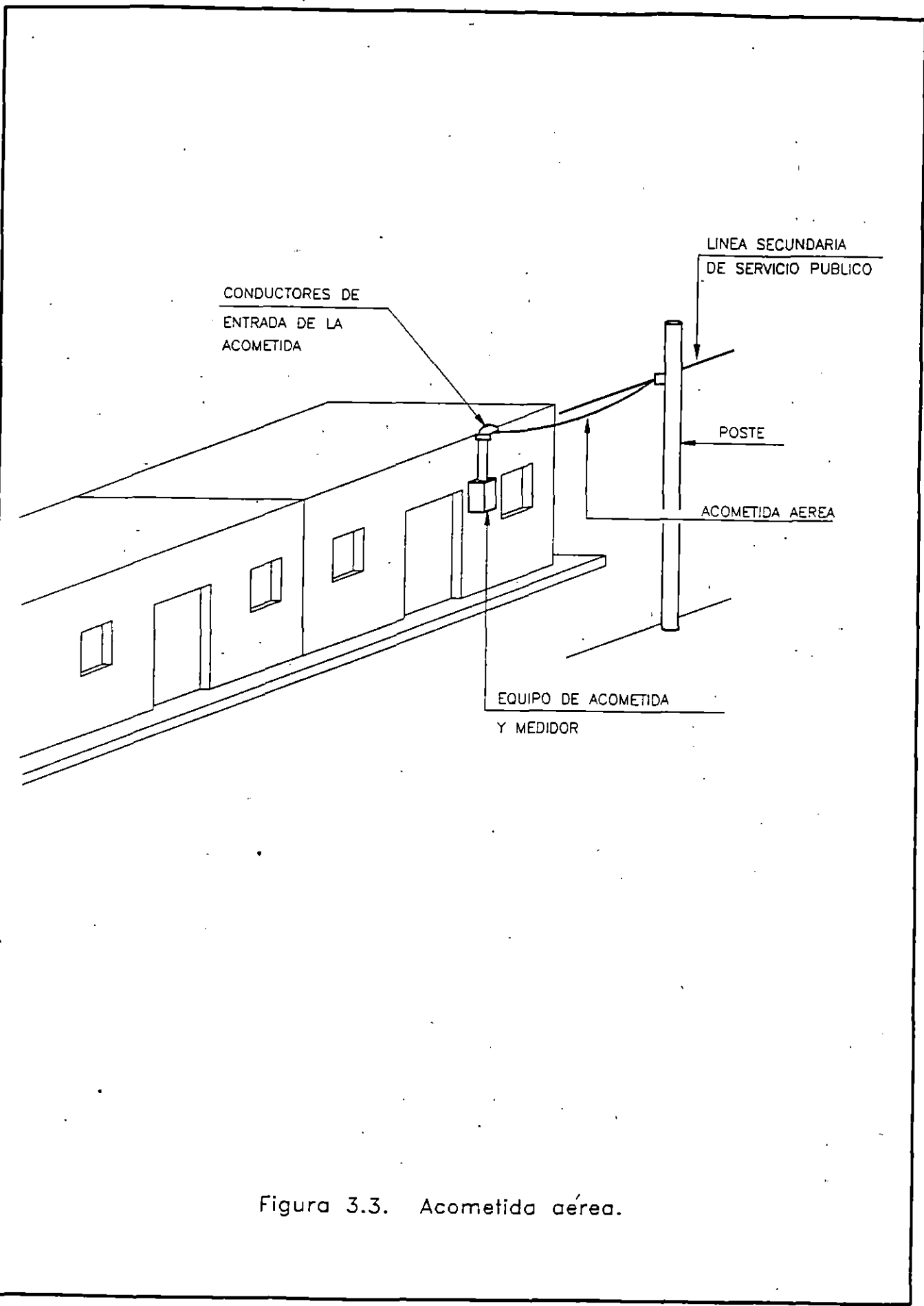
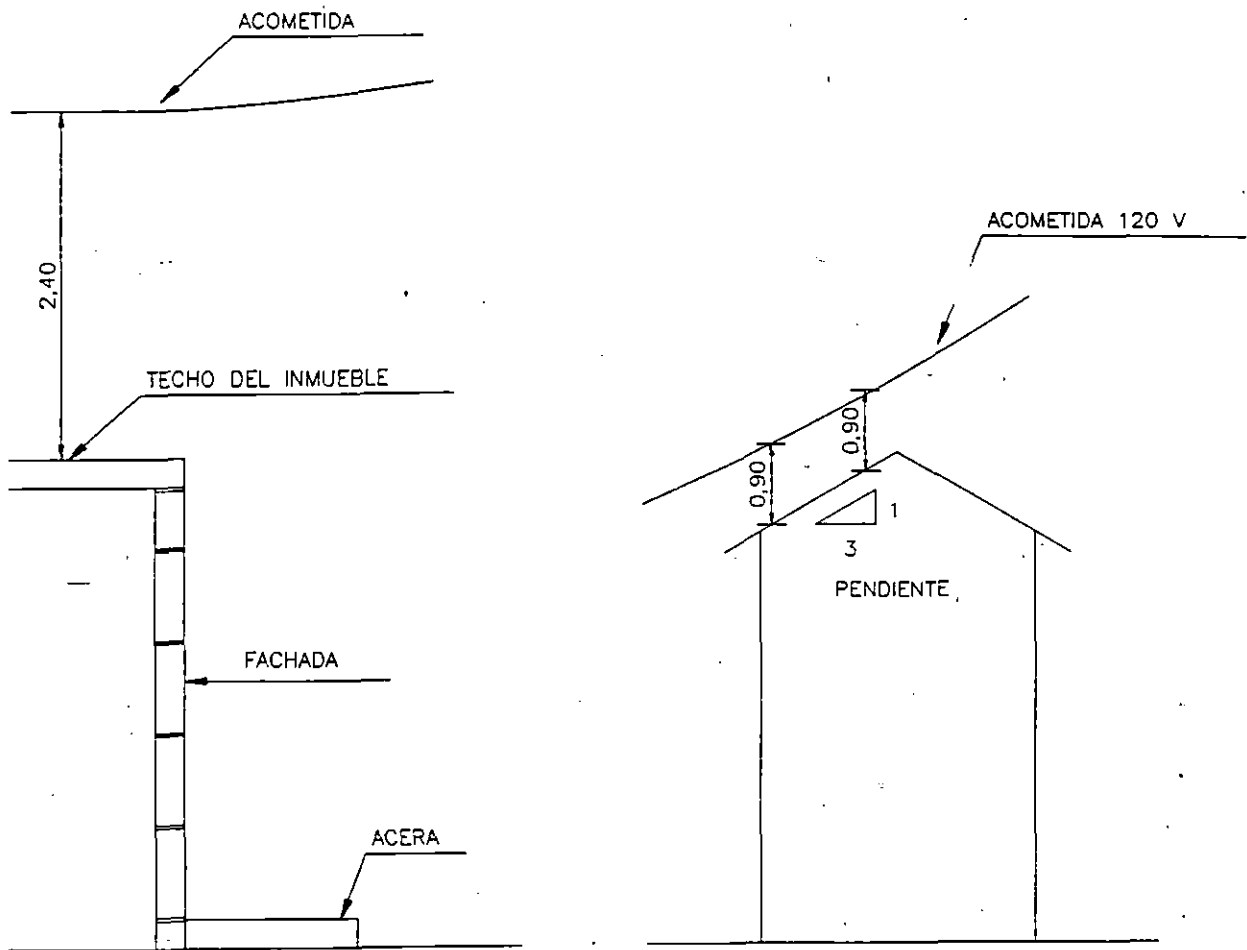


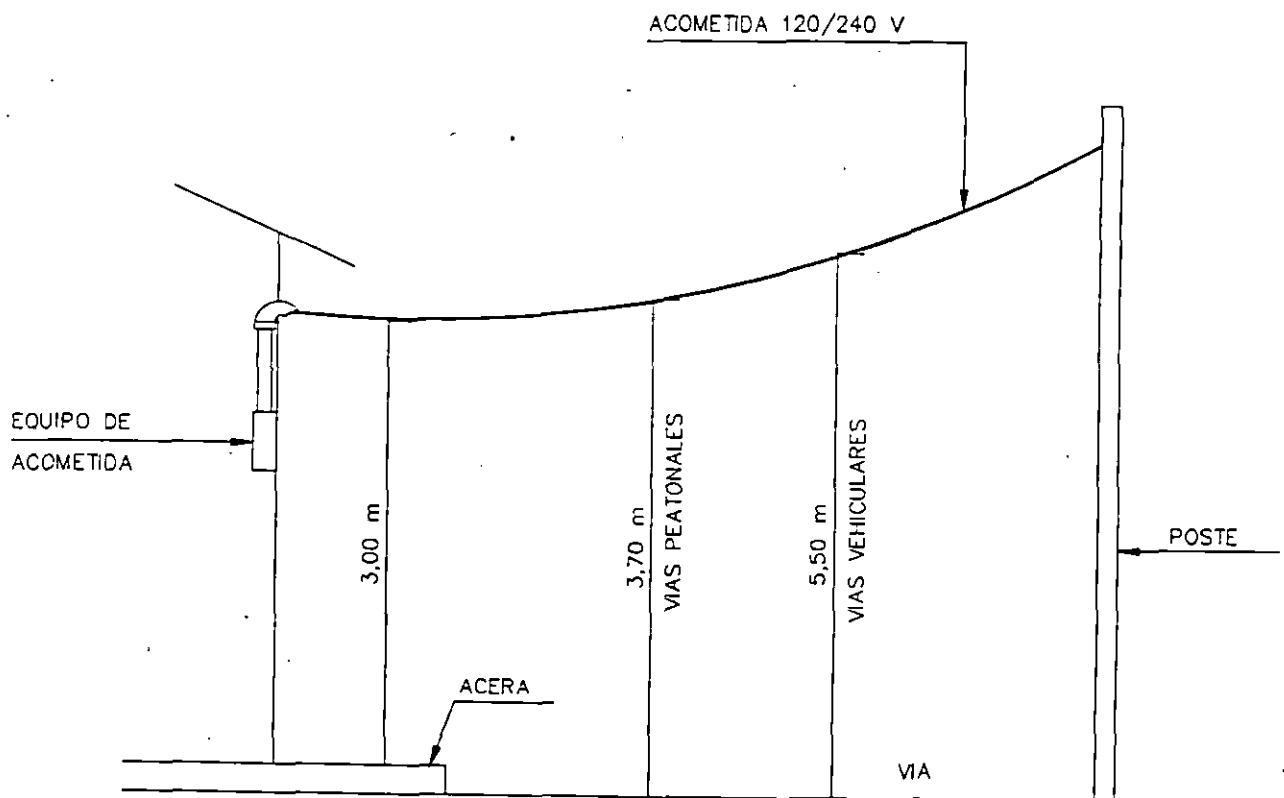
Figura 3.3. Acometida aérea.



NOTA :

TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS

Figura 3.4. Distancias mínimas permitidas sobre techos (acometidas aéreas).



NOTA :

TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS

Figura 3.5. Distancias a tierra mínimas permitidas (acometidas aéreas).

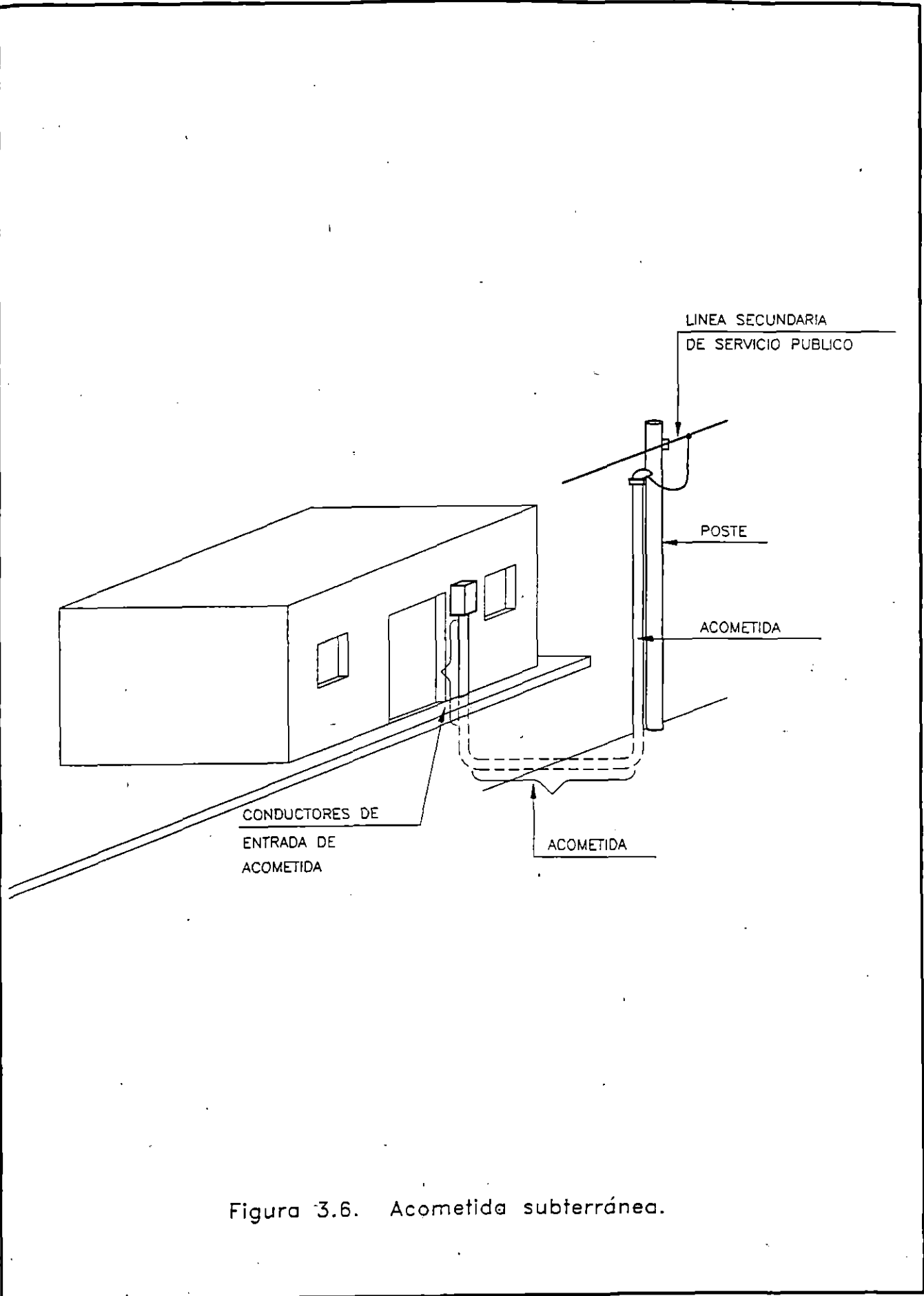


Figura 3.6. Acometida subterránea.

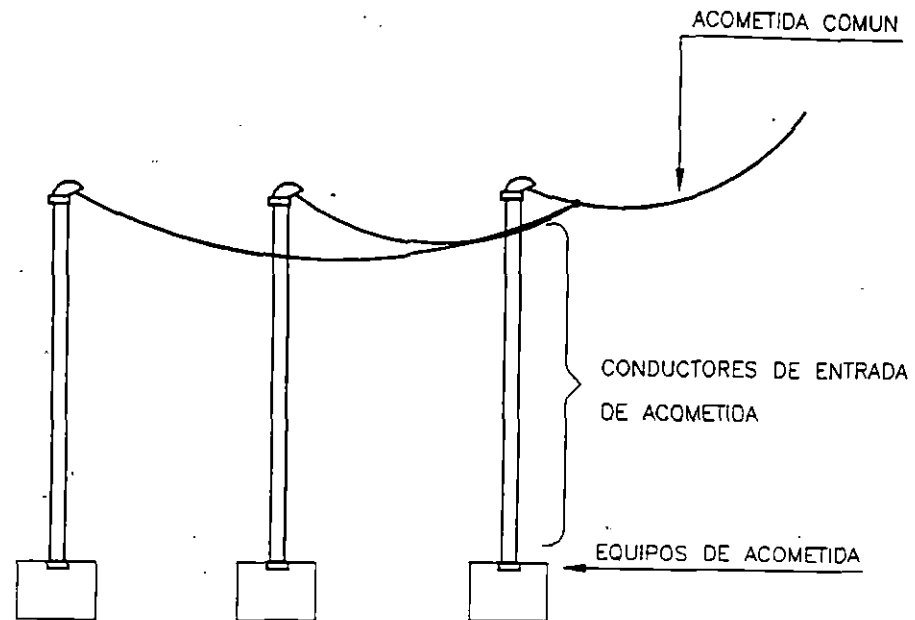


Figura 3.7 Varios conjuntos de conductores de entrada de acometida con una acometida común.

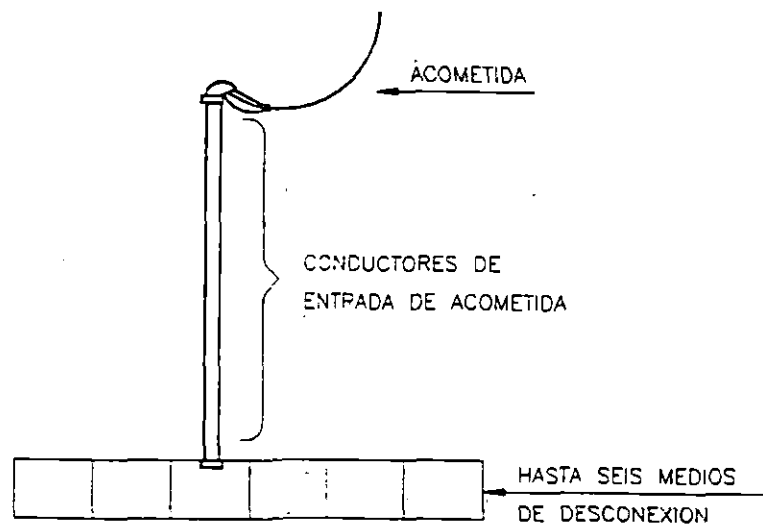


Figura 3.8 Un solo conjunto de conductores de entrada de acometida y una acometida.

Los conductores de entrada de la acometida no deberán tener empalmes y deberán estar protegidas contra daños mecánicos de acuerdo con las técnicas indicadas en los métodos de alambrado de las instalaciones eléctricas. Los ductos para los conductores de entrada de acometida, cuando estén expuestos a lluvias deberán ser a prueba de agua y contar con drenaje.

3.4.4 Cálculo de la acometida

Con excepción de aquellos casos en que la acometida alimenta más de un conjunto de conductores de entrada de acometida, tanto la acometida como los conductores de entrada de acometida tendrá el mismo calibre y se calcularán tal como se indica en este numeral.

Los conductores de acometida tendrán suficiente capacidad portadora de corriente para manejar la carga calculada según los métodos indicados para el alimentador en los numerales 3.3.3, 3.3.4, 3.3.5 y 3.3.6. El calibre de los conductores de la acometida no podrá ser inferior al No. 8 AWG, cobre, con excepción de los casos indicados a continuación:

- Si la carga no está distribuida en más de 2 circuitos ramales de 2 hilos, se pueden usar conductores de cobre calibre 10 AWG, siempre que este conductor tenga la capacidad de portar toda la corriente de la carga de la instalación.
- Para cargas limitadas a un solo circuito se pueden utilizar conductores de cobre calibre 12 AWG, siempre y cuando este calibre no sea menor que el calibre del conductor del circuito ramal.

El conductor neutro no será menor que el mínimo calibre especificado en la tabla 250-94 de la Norma NTC 2050, con las mismas excepciones indicadas anteriormente.

3.4.5 Medio de desconexión y protección

El equipo de protección de la acometida es usualmente un interruptor automático o fusible, localizado en un punto accesible en el interior o exterior del inmueble e inmediatamente después del punto a donde llegan los conductores de entrada de

acometida al edificio, para constituir el medio de control, de protección y de corte del suministro de energía, ver Figura 3.9. Cuando exista medidor, el medio de desconexión estará después de él.

Las partes bajo tensión de los equipos de acometida deberán estar en gabinetes encerrados.

Deberá proveerse suficiente espacio de trabajo en la vecindad del equipo de acometida para permitir operaciones seguras, inspecciones o reparaciones y en ningún caso estos espacios serán menores que los especificados en el numeral 2.9 de este manual.

Se deberá proveer algún medio de desconexión para desconectar todos los conductores de un edificio o inmueble de los conductores de entrada de acometida. Este medio de desconexión se localizará dentro o fuera del edificio, en un punto de fácil acceso, lo más cerca posible al punto de entrada de los conductores de entrada de la acometida.

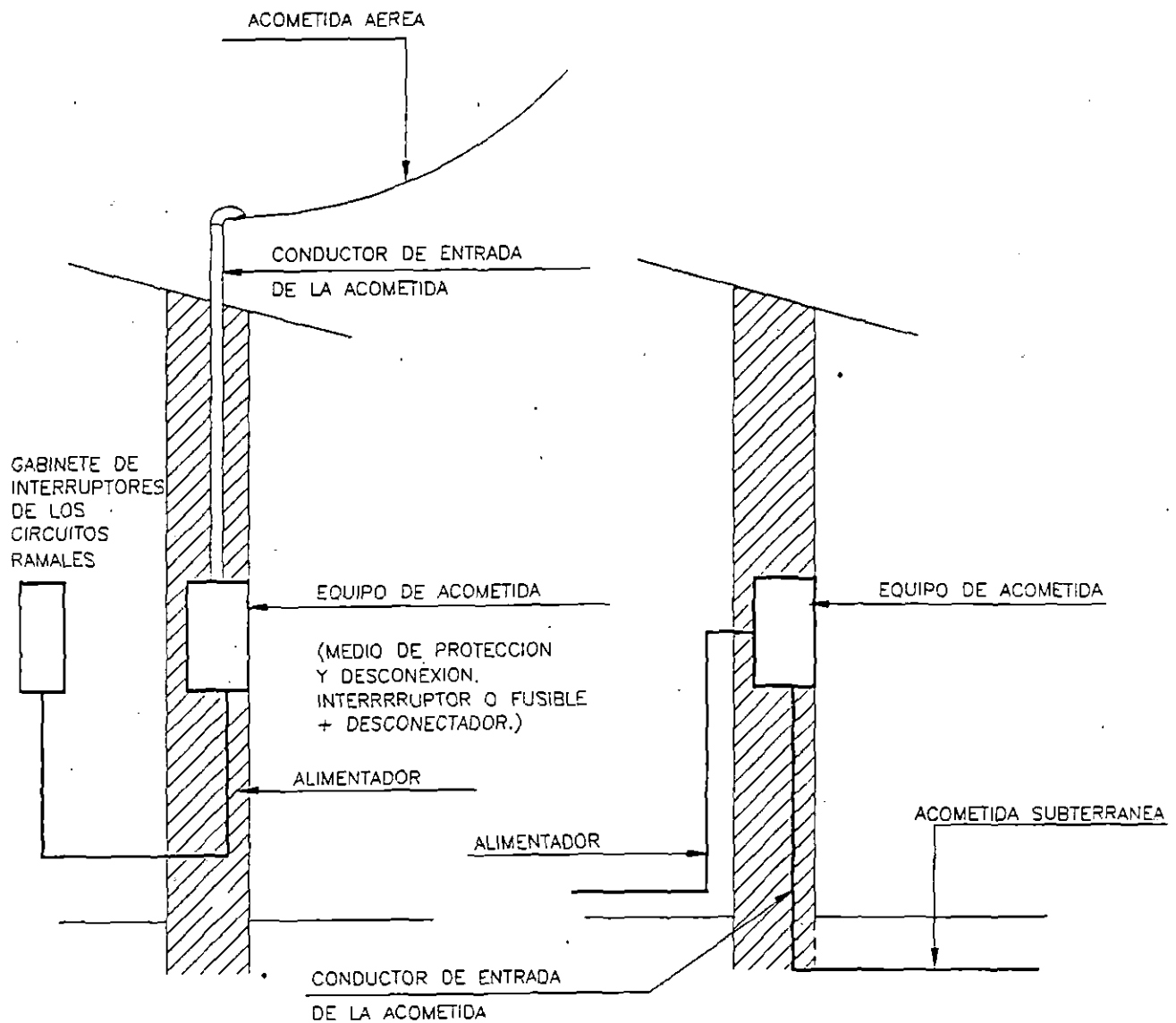
Cada medio de desconexión deberá tener una marca permanente para identificarlo como tal. El medio de desconexión deberá tener indicación de su posición de abierto o cerrado.

La cantidad máxima de medios de desconexión agrupados en un solo sitio será 6 suiches o interruptores automáticos, montados y marcados para indicar la carga que atiende cada uno de ellos. Todos los conductores deben ser desconectados de la fuente por no más de 6 movimientos de la mano, si se requieren más de 6 movimientos, deberá adicionarse un medio de desconexión general.

Todo ocupante del inmueble deberá tener acceso al medio de desconexión de su vivienda, excepto en edificios multifamiliares con servicio permanente de mantenimiento donde se permite restringir el acceso sólo a personal autorizado.

Cuando el desconectador general no abra también el conductor neutro, se deberá proveer un medio para desconectar el conductor neutro. Para este propósito se permite un terminal o barra a la cual todos los conductores puestos a tierra se unan por medio de conectores de presión. No se permiten empalmes del neutro en este sitio.

La capacidad del medio de desconexión será igual a la capacidad calculada para los conductores de entrada de la acometida.



NOTA :

EL MEDIDOR EN CASO DE EXISTIR IRA ANTES DEL EQUIPO DE ACOMETIDA.

Figura 3.9. Medio de protección y desconexión de la acometida.

Cuando más de un inmueble esté localizado en la misma propiedad y bajo una misma administración, cada uno de ellos deberá tener su propio medio de desconexión para todos los conductores vivos.

Cada conductor vivo de acometida deberá tener una protección de sobrecarga, que será provista por un aparato de protección de sobrecorriente en serie con cada uno de los conductores vivos, cuya capacidad de corriente no será superior a la de los conductores.

Ningún aparato de protección de sobrecorriente se podrá insertar en el conductor puesto a tierra del circuito, excepto si este aparato abre simultáneamente todos los conductores del circuito.

El aparato de protección de sobrecorriente deberá formar parte integral del medio de desconexión de la acometida o deberá localizarse inmediatamente adyacente al mismo.

En edificios multifamiliares cada ocupante deberá tener acceso a su aparato de protección de sobrecorriente.

3.4.6 Equipo de medida

La localización y condiciones de montaje del equipo de medida se describen en el capítulo 2 de este manual y deben ser consultadas con la empresa de servicio.

3.5 PROTECCION DE SOBRECORRIENTE

Todos los conductores, que no sean cordones flexibles y alambres para aparatos, serán protegidos contra sobrecorriente de acuerdo con sus capacidades.

Cuando la capacidad del conductor no corresponda con los aparatos de protección normalizados existentes, se permitirá usar el inmediatamente superior solamente si este no excede de 800 amperios y si el conductor no es parte de un circuito ramal que alimente tomacorrientes para equipos portátiles conectados por medio de cordón y enchufe.

Las capacidades de corriente normalizadas más comunes de fusibles e interruptores automáticos monopolares, bipolares y tripolares son las siguientes: 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70 y 100 A.

Para propósitos de este artículo, la capacidad nominal de un interruptor automático que tenga un medio externo de ajuste de disparo, será el máximo valor de ajuste posible.

Fusibles, interruptores automáticos o su combinación, no podrán conectarse en paralelo.

El fusible o la unidad de disparo de sobrecorriente de un interruptor automático se deberá conectar en serie con cada conductor vivo. Por lo general es preferible que los interruptores automáticos abran simultáneamente todos los conductores vivos del mismo circuito ramal.

Ningún aparato de protección de sobrecorriente debe conectarse en serie con un conductor que esta intencionalmente puesto a tierra.

El aparato de protección de sobrecorriente deberá conectarse en el punto donde se alimenta el conductor que se va a proteger. Las excepciones a esta regla sólo son aplicables en instalaciones comerciales o industriales.

Los aparatos de protección de sobrecorriente estarán localizados en lugares fácilmente accesibles. Cada ocupante deberá tener un fácil acceso a todos los dispositivos de protección de sobrecorriente de los conductores que alimentan la vivienda.

Está expresamente prohibido por la Norma NTC 2050, la localización de los dispositivos de sobrecorriente en lugares que almacenen material combustible, como los guardarropas o similares.

Los aparatos de protección de sobrecorriente deberán localizarse en gabinetes o cajas montados verticalmente, teniendo cuidado de que la palanca de los interruptores automáticos quede accesible para su operación. En lugares húmedos estos gabinetes deberán ser apropiados para estos ambientes y al instalarse se deberá dejar un retiro de la pared de al menos 8 mm.

Cuando el medio de protección sea un fusible, se deberá proveer un medio de desconexión en el lado de línea para todos los fusibles en circuitos que tengan más de 150 voltios a tierra. Cuando se trate de fusibles tipo cartucho, y personal no calificado tenga acceso a ellos, se deberá proveer el medio de desconexión cualquiera que sea la tensión.

3.6 CONEXION A TIERRA DE LOS SISTEMAS Y EQUIPOS ELECTRICOS

3.6.1 Generalidades

Los sistemas eléctricos se ponen a tierra para limitar las tensiones debidas a descargas atmosféricas, transitorios en las líneas, contactos accidentales con líneas de sistemas de mayor tensión y para estabilizar la tensión a tierra durante la operación normal.

Los sistemas eléctricos se ponen sólidamente a tierra para facilitar la operación de los aparatos de protección de sobrecorriente en casos de falla a tierra.

Los gabinetes metálicos, que encierren equipos o conductores eléctricos, se pondrán a tierra para limitar la tensión a tierra en estos materiales y facilitar la operación de los aparatos de protección de sobrecorriente en casos de falla a tierra.

3.6.2 Aclaración inicial

Tanto en este manual como en la Norma Técnica Colombiana 2050, cuando se dice "puesto a tierra", se habla del conductor neutro, denominado "aterrizado" en algunas regiones del país, o del "grounded" en los textos en inglés. Cuando se dice "puesta a tierra", se habla del conductor de tierra o del conductor de puesta a tierra de equipos, denominado "aterrizador" en algunas regiones del país, o del "grounding" en los textos en inglés, ver Figura 3.10.

3.6.3 Uso e identificación del conductor neutro

Toda instalación eléctrica deberá tener un conductor puesto a tierra propiamente identificado. Normalmente este conductor corresponde al neutro de la instalación. Cuando el conductor neutro esté aislado, deberá tener el mismo nivel de aislamiento del conductor vivo en circuitos hasta de 600 V.

Toda instalación eléctrica, exceptuando algunos casos de instalaciones industriales, debe tener un cable conductor neutro que se lleve a todos los elementos de la instalación. Este conductor debe tener continuidad desde cada elemento, pasando por los circuitos ramales, el equipo de acometida y la acometida misma, por lo tanto, la instalación eléctrica de un inmueble no se podrá conectar eléctricamente a la fuente

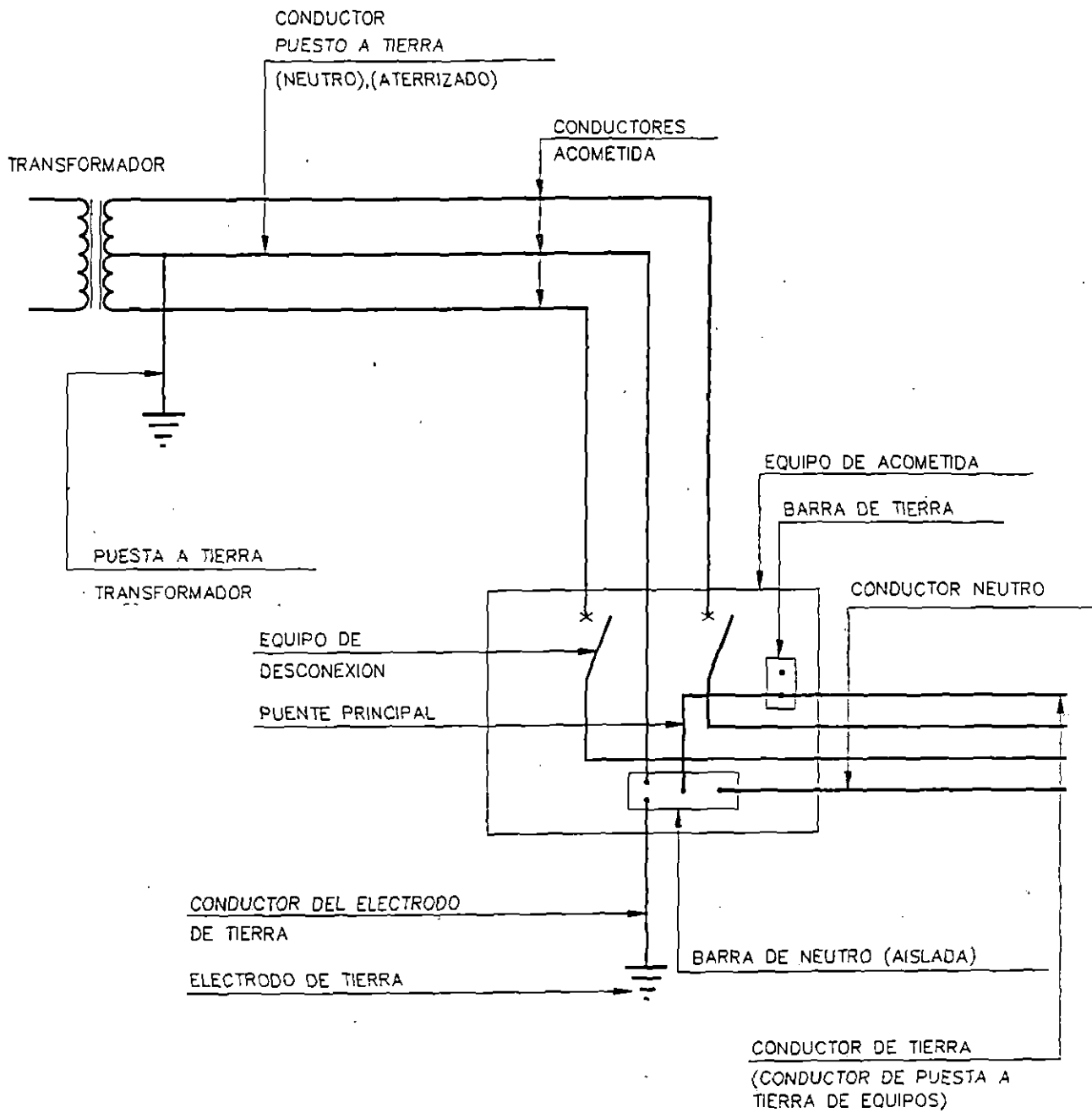


Figura 3.10. Ilustración del conductor puesto a tierra (neutro) y del conductor de tierra.

o acometida a menos que ésta última posea un conductor neutro que corresponda con el conductor neutro de la instalación interior.

El aislamiento del conductor neutro (puesto a tierra o aterrizado) de calibre 6 AWG o menor deberá ser blanco o gris en la totalidad de su longitud. Para calibres superiores, deberá colocarse una marca blanca en la terminación. La cubierta aislante blanca o gris o la marca blanca en la terminación sólo podrán usarse para el conductor neutro.

La bornera o terminal a la cual se debe conectar un conductor neutro deberá ser blanca y las otras terminales de un color distinto.

En aparatos con terminal roscada, como en los portalámparas, la parte roscada deberá conectarse al conductor neutro.

3.6.4 Puesta a tierra de circuitos y sistemas eléctricos

Los siguientes circuitos de corriente alterna deberán ser puestos a tierra:

- Cuando el sistema pueda ser puesto a tierra de tal manera que la máxima tensión a tierra de los conductores vivos no exceda los 150 voltios.
- Los sistemas de tres fases, cuatro hilos en estrella, en los cuales el neutro es usado como circuito conductor, como es el caso de los circuitos 480Y/277 V.
- Los sistemas de tres fases en delta, cuatro hilos, en los cuales el punto medio de una fase del transformador es usado para tomar un conductor de circuito. En tal caso este último conductor es el que se pone a tierra y se usa como neutro.
- Los sistemas eléctricos generados dentro de la propiedad y que se derivan de un generador, transformador o bobinado de un convertidor, y que no tenga ninguna conexión eléctrica directa.

3.6.5 Localización de las conexiones para poner a tierra los sistemas

La puesta a tierra de un sistema eléctrico será realizada de manera tal que no produzca corrientes indeseables en los conductores de puesta a tierra. Aclarando que no se consideran indeseables las corrientes temporales producidas por fallas a tierra,

ni tampoco se consideran indeseables aquellas corrientes que produzcan ruido eléctrico en equipos electrónicos o de datos.

Un sistema de alambrado (instalación eléctrica) que es alimentado por una acometida de corriente alterna y que deba ser puesto a tierra, deberá tener el conductor neutro unido a un conductor de puesta a tierra y éste a un electrodo de tierra mediante un conductor denominado "conductor del electrodo de tierra" cuyo calibre no podrá ser inferior al indicado en la tabla 250-94 de la Norma NTC 2050. La unión con el conductor neutro se hará en un punto accesible ubicado entre el punto final de llegada de la acometida aérea o subterránea y el barraje o terminal del conductor neutro ubicado en el medio de desconexión. Si el transformador que alimenta la acometida está ubicado en el exterior del inmueble se deberá hacer otra puesta a tierra adicional a un electrodo de tierra, del conductor neutro de la acometida. Esta conexión se podrá hacer en el transformador o en un punto exterior de la edificación.

El párrafo anterior transcribe la norma del Código que pide expresamente que en cada punto de entrada de acometida haya una conexión a tierra del conductor neutro del circuito, además, si el transformador está fuera de la edificación, como normalmente ocurre con las instalaciones residenciales, también en el transformador debe haber una conexión de puesta a tierra del conductor neutro que de allí se deriva. De otra parte, si en el equipo de acometida hay un medio de desconexión que desconecte simultáneamente los conductores vivos y el neutro del circuito, la conexión a tierra del neutro debe hacerse antes y no después de este medio de desconexión.

3.6.6 Calibre mínimo del conductor neutro de la acometida

El conductor neutro de un sistema eléctrico puesto a tierra deberá llevarse junto con la acometida, hasta los gabinetes que alojan el o los medios de desconexión y unirse sólidamente a las partes metálicas de éstos. Este conductor que acompaña las fases no será menor que el conductor de conexión del electrodo de tierra que especifica la tabla 250-94 de la Norma NTC 2050. Para el caso de acometidas monofásicas bifilares a 120 V el calibre del conductor neutro será igual al de fase.

3.6.7 Conductor del sistema eléctrico a poner a tierra

El conductor que debe ser puesto a tierra es:

- Uno de los conductores en un sistema de una fase y dos hilos

- El conductor neutro en un sistema de una fase y tres hilos
- En sistemas polifásicos que tengan un conductor común: el conductor común a todas las fases.
- En sistemas polifásicos que requieran que una fase sea puesta a tierra: un conductor de fase.

3.6.8 Puesta a tierra de equipos

A continuación se describen los equipos y accesorios que obligatoriamente deben ser puestos a tierra. Hay que advertir que cuando aquí se dice obligatoriamente es porque se trata de un mandato de la Norma NTC 2050, y además, que esta puesta a tierra es distinta de la conexión que del neutro se hace en los gabinetes de salida de los circuitos ramales. Es decir, el circuito ramal que alimente equipos como los descritos a continuación debe tener además de los conductores vivos y el conductor neutro, un conductor de puesta a tierra o conductor de tierra.

- a. Todas las cubiertas metálicas de la acometida y sus equipos serán puestas a tierra. Si la acometida se hace a través de una canalización metálica, ésta y el gabinete de llegada, si es metálico, deberán conectarse a tierra.
- b. Todas las partes metálicas, diferentes a la acometida, deberán ser puestas a tierra. Con el fin de impedir que una falla entre un conductor vivo y su cubierta, energice permanentemente las conducciones metálicas y luego cause un choque eléctrico a las personas, se deben unir todos los elementos metálicos de la instalación, de tal manera que den una continuidad eléctrica a toda la conducción metálica entre cualquier punto del circuito y el punto donde se encuentra la puesta a tierra.
- c. Todas las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de los equipos fijos susceptibles a energizarse deberán ponerse a tierra si una cualquiera de las siguientes condiciones se presenta:
 - Cuando están a menos de 2,5 m verticalmente o 1,5 m horizontalmente de tierra u objetos metálicos puestos a tierra sujetos a contactos por personas.
 - Cuando están localizadas en zonas húmedas y no aisladas
 - Cuando están en contacto eléctrico con metales

- Cuando están en áreas clasificadas como peligrosas
 - Cuando los equipos están alimentados por algún método de alambrado aceptado, que provee una puesta a tierra de equipos.
 - Cuando el equipo funciona con cualquiera de sus terminales a más de 150 V con respecto a tierra.
- d. También deberán ponerse a tierra, cualquiera que sea su tensión, todas las partes metálicas no portadoras de corriente de los siguientes equipos fijos (no portátiles) o que se conectan por medio de sistemas de alambrado permanente:
- La estructura o chasis de todos los tableros de subestaciones o gabinetes de equipo de conmutación.
 - Armaduras de motores y generadores
 - Las estructuras de los centros de control de motores
 - Equipo eléctrico de elevadores y grúas
 - Equipo eléctrico de garajes, teatros, y estudios de cine
 - Equipos proyectores de películas
 - Equipos de señalización eléctrica
 - Equipos de control
 - Las partes conductoras expuestas del equipo de iluminación, como es el caso del chasis de las luminarias fluorescentes.
- e. Bajo cualquiera de las siguientes circunstancias, las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos conectados por medio de cordón y enchufe, y susceptibles de llegar a energizarse, deberán ser puestas a tierra:
- En localizaciones peligrosas

- Cuando operan a mas de 150 voltios respecto a tierra
- Cuando los siguientes equipos se encuentren en instalaciones residenciales:
Refrigeradores, congeladores, equipos de aire acondicionado, lavadoras de ropa, secadoras de ropa, lavadoras de platos, bombas de sumideros, equipo eléctrico de acuarios, herramientas manuales operadas por motor, cortacéspedes, lavatapetes, lámparas portátiles.
- Cuando los equipos anteriores y cualquiera de los siguientes se encuentre en locales diferentes de viviendas:
Equipos de cómputo y aparatos conectados por cordón y enchufe usados en localizaciones húmedas o por personas que están paradas sobre la tierra o sobre pisos metálicos o trabajando dentro de tanques metálicos o calderas.

3.6.9 Distancia a las varillas de tierra del pararrayos

Los ductos metálicos, los gabinetes, el chasis y otras partes metálicas no portadoras de corriente en equipos eléctricos deberán separarse al menos 1,8 m de los conductores de descargas de pararrayos. Si no es posible separarlas esta distancia, entonces se unirán con éstos por medio de puentes.

El sistema de electrodos de tierra de la protección contra rayos no se utilizará para aterrizar el sistema y los equipos eléctricos. Pero no se prohíbe la unión de estos dos sistemas de tomas de tierra como lo exigen otros apartes de la Norma NTC 2050.

3.7 METODOS DE PUESTA A TIERRA

3.7.1 Conexiones del conductor de tierra y del conductor neutro

A continuación se indican las formas en que se debe hacer la conexión de los conductores de tierra y de neutro en el equipo de acometida:

- En sistemas eléctricos puestos a tierra la conexión deberá hacerse uniendo eléctricamente el conductor de tierra de equipos con el conductor neutro de la acometida y con el conductor de conexión al electrodo de puesta a tierra. Esto quiere decir que la varilla de tierra que normalmente se encuentra en el punto donde llega la acometida debe unirse al conductor neutro de la

acometida, al conductor neutro que va al interior de la vivienda y además al conductor de tierra que se lleva al interior de la vivienda para conectar a tierra los equipos de ésta. De otra parte, el circuito se debe cerrar también, conectando un conductor sin empalmes entre el conductor de conexión del electrodo de puesta a tierra y la cubierta metálica del equipo de acometida.

- En sistemas eléctricos no puestos a tierra la conexión deberá hacerse uniendo el conductor de tierra de los equipos al conductor de conexión al electrodo de tierra.

El camino a tierra de los circuitos, equipos y ductos metálicos para conductores deberá ser permanente y continuo, con capacidad para conducir cualquier corriente de falla que se pueda presentar, con impedancia lo suficientemente baja para limitar la tensión a tierra y para facilitar la operación de los aparatos de protección de sobrecorriente. **LA TIERRA COMO TAL NO DEBERA USARSE COMO EL UNICO CONDUCTOR DE TIERRA DE EQUIPOS.** Esta última frase es importante resaltarla en el sentido de que algunos equipos pueden ser conectados a tierra en el sitio mismo donde están instalados, pero debe usarse además un conductor de tierra en el circuito ramal que alimenta tal equipo.

Cuando haya acometidas separadas, que alimenten una misma edificación, y que se requiera que ellas se conecten a un electrodo de puesta a tierra, deberá usarse el mismo electrodo de puesta a tierra y a este mismo electrodo se conectarán el conductor de puesta a tierra de equipos y el gabinete de los equipos de acometida.

Dos o más electrodos de tierra que están efectivamente unidos serán considerados como un solo sistema de electrodos de puesta a tierra.

3.7.2 Puesta a tierra de equipos fijos

Las partes metálicas no portadoras de corriente de los equipos, los ductos, los gabinetes y otras cubiertas, se pondrán a tierra por cualquiera de los siguientes métodos. Siempre el conductor de tierra debe recorrer el mismo camino que los conductores vivos del circuito.

- a. Por medio de un conductor de cobre u otro material conductor resistente a la corrosión, desnudo, cubierto o aislado. Podrá ser alambre, cable o barra, de cualquier forma de sección.

- b. Por medio del tubo metálico rígido utilizado como canalización ("conduit" metálico), si éste tiene continuidad eléctrica en todo su recorrido.
- c. Por medio de la tubería eléctrica metálica, si ella es eléctricamente continua
- d. Por medio del tubo metálico liviano, si él es eléctricamente continuo
- e. Por medio de la tubería metálica flexibles siempre que se usen los adaptadores aprobados para esta tubería.
- f. Por medio de la bandeja portacable metálica, siempre que ella sea eléctricamente continua.
- g. Por medio de cualquier otra canalización metálica si ella es eléctricamente continua.
- h. Por medio de un conductor de puesta a tierra de equipos contenido dentro del mismo ducto, cable encauchetado o cordón, que lleva los conductores del circuito. Este conductor puede ser desnudo, cubierto o aislado. Es necesario que vayan juntos en el mismo ducto el conductor de puesta a tierra y los conductores de los circuitos para mantener la impedancia del conductor de puesta a tierra lo más baja posible.

3.7.3 Prohibición de usar el conductor neutro como conductor de tierra

El conductor neutro del sistema no deberá estar unido a ninguna parte metálica no portadora de corriente en el lado de carga después de los medios de desconexión o de los dispositivos de protección de sobrecorriente. La principal razón de esto es que si el neutro se desconecta en cualquier punto del lado de línea, el conductor de tierra de equipos y las partes metálicas que éste pone a tierra, conducirán la corriente de neutro elevando el potencial a tierra de estas partes metálicas expuestas con los peligros que esto puede acarrear.

3.8 SISTEMAS DE ELECTRODOS DE TIERRA

Si están disponibles en el lugar de la instalación eléctrica, cada uno de los siguientes electrodos se deberán unir eléctricamente para formar el sistema de electrodo de puesta a tierra.

3.8.1 Tubería de agua

La tubería metálica subterránea de agua en contacto directo con la tierra por 3 m o más, pero siempre y cuando vaya acompañada por otro electrodo suplementario.

3.8.2 La estructura metálica de la edificación

Donde la estructura metálica de la edificación esté efectivamente puesta a tierra, esto es, intencionalmente conectada a tierra a través de conexiones de tierra de suficiente baja impedancia y suficiente capacidad portadora de corriente para prevenir apariciones de tensión sobre equipos y personas.

3.8.3 Electrodo de fundaciones de concreto

Un electrodo embebido en al menos 0,05 m de concreto, localizado dentro y cerca del fondo de las fundaciones de concreto que están en contacto directo con la tierra y que consista de al menos 6 m de una o más barras de acero reforzado, o varillas de no menos de 1/2" de diámetro, o de al menos 6 m de cable de cobre calibre 4 AWG o mayor.

3.8.4 Anillo de tierra

Un anillo de tierra que encierre el edificio en contacto directo con la tierra a no menos de 0,80 m de profundidad consistente en al menos 6 m de conductor sólido de cobre 2 AWG o mayor.

3.8.5 Electrodo artificiales

Si ninguno de los anteriores electrodos existe, se deberán usar uno o más de los electrodos que se especifican más adelante. Donde sea posible los electrodos artificiales se enterrarán en contacto con los niveles permanentes de humedad. Los electrodos artificiales estarán libres de cubiertas aislantes como pinturas. Cuando se usen varios electrodos en un sistema de puesta a tierra, cualquiera de ellos se separará 1,8 m de cualquier electrodo de otro sistema de puesta a tierra.

- a. Se podrán usar electrodos de varillas (aún los de "copperweld") o tubos de no menos de 2,4 m de largo y deberán consistir de los siguientes materiales:

- Tubería de hierro o acero no menor de 3/4" y galvanizados o con cubierta metálica protectora contra la corrosión.
- Varilla de hierro o acero no menor de 5/8"

Los electrodos serán instalados de tal manera que 2,4 m de longitud como mínimo estén en contacto con el suelo.

b. Platinas como electrodos

Como electrodo de tierra se podrán usar platinas de 0,30 m de lado como mínimo y de 1/4" de espesor.

3.8.6 Resistencia de tierra del electrodo artificial

La resistencia de puesta a tierra de un electrodo artificial no será superior de 25 ohmios. Si es mayor, se complementará con otro electrodo artificial.

3.8.7 Tamaño del conductor de tierra de equipos

El tamaño del conductor de tierra no deberá ser menor que el especificado en la tabla 250-95 de la Norma NTC 2050.

Cuando un solo conductor de tierra, para conectar equipos, acompaña varios circuitos ramales, este será dimensionado para el circuito que tenga el mayor dispositivo de protección.

Cuando los conductores sean llevados en paralelo y por canalizaciones separadas, el conductor de tierra también será llevado en paralelo; pero dimensionado para cada ducto según indicado en la Tabla 250-95 de la Norma NTC 2050.

4. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONSTRUCCION

4.1 GENERALIDADES

4.1.1 Alcance

Esta sección trata sobre los procedimientos que se deben seguir con el objeto de lograr una instalación eléctrica segura desde la misma iniciación de los trabajos de construcción. Se consignan pues aquí, las especificaciones mínimas que deben aplicarse para cumplir con las disposiciones que en el Código Eléctrico Nacional (NTC 2050) se denominan como "Métodos de Alambrado".

En particular el alcance de esta sección cubre aquellas instalaciones cuya tensión entre líneas o entre líneas y tierra no supere los 600 V.

4.1.2 Condiciones ambientales

El instalador debe examinar las condiciones ambientales en las cuales se va a hacer la instalación eléctrica, para con el objeto de verificar que los materiales usados sean los apropiados para ellas, en especial para que dichos materiales no sean atacados por la corrosión. Así, las instalaciones empotradas directamente en los muros, en concreto, o en contacto directo con la tierra, pueden utilizar materiales de metales ferrosos o no ferrosos, pero deben hacerse con aquellos apropiados para esta condición o protegerse en forma adecuada contra la corrosión.

4.1.3 Continuidad eléctrica

Las canalizaciones metálicas y cubiertas metálicas de los conductores deberán unirse mecánicamente, de forma tal que se garantice su continuidad eléctrica. Deben conectarse entre sí todas las cajas, accesorios y gabinetes hasta suministrar la adecuada continuidad eléctrica, con el fin de lograr un camino de baja impedancia para las corrientes de falla a tierra y facilitar la operación de los dispositivos de protección del circuito ramal. Esta continuidad eléctrica puede reemplazar el conductor de tierra que es obligatorio en los circuitos ramales y por lo tanto la continuidad será obligatoria cuando se pretenda usar la canalización eléctrica como conductor de tierra. Si el circuito ramal está provisto del conductor de tierra, entonces la continuidad eléctrica de la canalización no será necesaria, ver Figura 4.1.

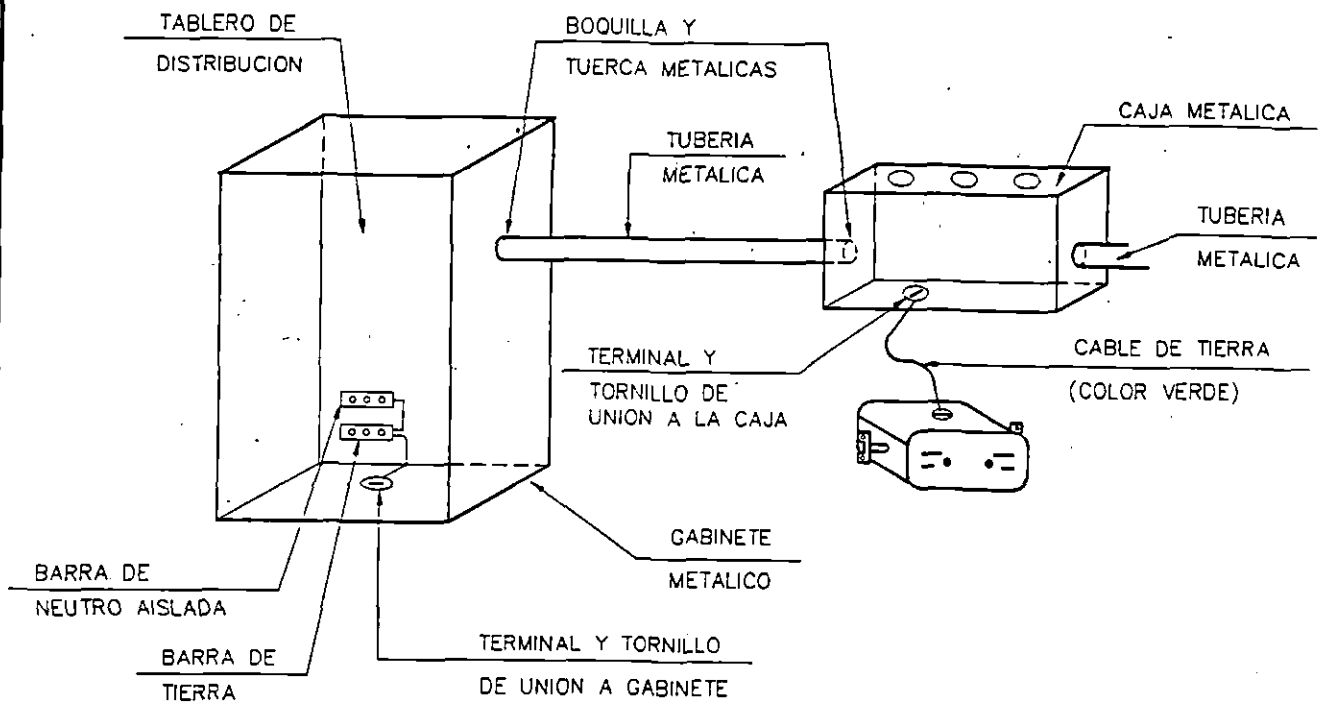


Figura 4.1. Continuidad eléctrica de las canalizaciones metálicas.

4.1.4 Continuidad mecánica

En cualquier caso los ductos de la canalización eléctrica, metálicos o no metálicos, deberán ser continuos, sin ninguna suspensión entre cajas, gabinetes, accesorios o salidas. Los conductores también serán continuos entre salidas o aparatos y no se hará ninguna derivación o empalme dentro del ducto mismo.

4.1.5 Instalaciones bajo tierra

Cuando se tengan canalizaciones subterráneas o cables directamente enterrados, se deben cumplir los requisitos mínimos de cubrimiento indicados en la Tabla 300-5.

Además, el cable instalado bajo una edificación deberá protegerse por medio de una canalización cuando se extienda por fuera de las paredes de la misma. En los sitios donde el cable directamente enterrado o la canalización emergen de la tierra deberán estar protegidos por un encerramiento o tubería que se extienda desde la mínima distancia indicada en la Tabla 300-5, hasta un punto que esté a 2,44 m por encima del nivel del piso. Esta protección deberá tener un mínimo de 0,45 m por debajo del nivel del piso, tal como se ilustra en la Figura 4.2. En todos los casos, los conductores que se entierren directamente en el piso deben tener especificaciones apropiadas para este enterramiento directo.

Cuando el conducto o canalización esté expuesto a daños en su estructura, los conductores deben instalarse en una cualquiera de las siguientes canalizaciones: tubo rígido metálico, tubo metálico intermedio, tubo rígido no metálico de PVC tipo ("schedule") 80 o equivalente.

En los conductores o cables enterrados directamente en el piso se pueden hacer derivaciones o uniones sin la necesidad de colocar cajas. Dichas derivaciones o uniones deberán hacerse con materiales aprobados para ello.

Las excavaciones que lleven canalizaciones o cables no se deben rellenar con materiales que contengan piedras puntiagudas, demasiado grandes o materiales corrosivos que impidan la adecuada compactación del relleno o que puedan contribuir al deterioro o corrosión de los cables o canalizaciones eléctricas.

La canalización o ducto a través del cual la humedad pueda entrar en contacto con partes vivas energizadas debe sellarse en uno o en ambos extremos.

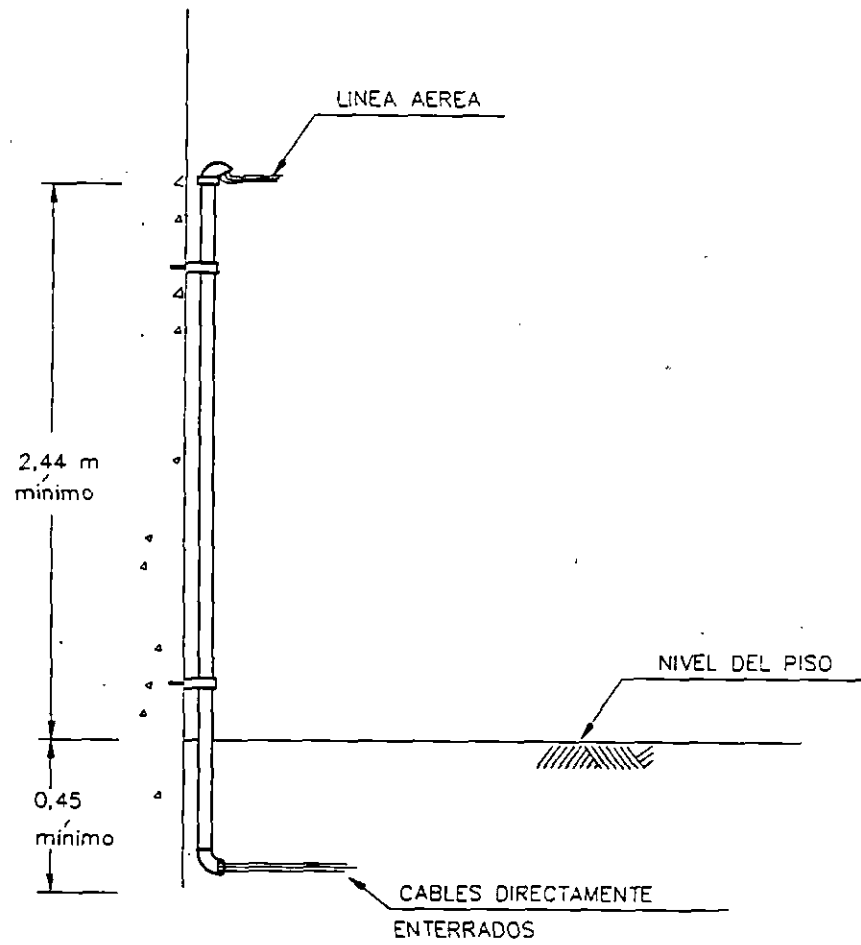


Figura 4.2. Protección de canalizaciones que emergen de la tierra.

Los conductores que pertenezcan al mismo circuito, incluyendo el conductor de puesta a tierra si se requiere, deben instalarse en la misma canalización o muy cerca unos de otros en una misma zanja.

4.1.6 Instalaciones en ductos y cieloralsos usados como ducto

Para efecto de lo descrito en este numeral, se denominan como ductos aquellos que se utilizan para transportar materiales en suspensión, polvos o vapores inflamables, ductos que se usan para extracción de vapores de cocina o chimeneas que contengan solamente tales ductos. En ninguno de los ductos mencionados se permite la instalación de un sistema de alambrado.

En los ductos construidos específicamente para transporte de aire acondicionado sólo se permite instalar canalizaciones metálicas cerradas con el fin de impedir que a través de los ductos de aire acondicionado se propaguen los productos de la combustión de materiales eléctricos.

En los cieloralsos colgados de las losa que se utilicen como ducto de aire acondicionado, no se permite el uso de tubería de PVC por ser un producto combustible. El equipo eléctrico instalado en estos cieloralsos debe ser apropiado para tal uso; deberá tener características de alta resistencia al fuego y de baja producción de humo.

4.2 CONDUCTORES DE USO COMUN

4.2.1 Aislamiento

Todos los conductores deberán estar aislados. Los conductores que ocupen el mismo ducto deberán tener la misma tensión de aislamiento. En otras palabras, se debe cumplir que cuando conductores de dos o más sistemas de tensión diferentes estén ocupando el mismo ducto, la tensión de aislamiento de todos los conductores debe ser igual a la tensión de aislamiento del sistema de tensión más alto.

Los conductores con aislamientos mayores de 600 voltios, no deben ocupar los mismos ductos o canalizaciones de conductores con aislamientos de 600 voltios o inferiores.

4.2.2 Protección

Al usuario final de la instalación se le debe garantizar tanto la integridad del aislamiento de los conductores como su continuidad eléctrica. Es por ello que tanto durante la construcción de la edificación, como después de terminados todos los trabajos, la instalación eléctrica debe quedar firmemente sujeta en su sitio y protegida contra eventuales daños que se le puedan ocasionar al alambrado.

4.2.3 Material

Los conductores utilizados para el alambrado de instalaciones eléctricas deberán ser de cobre, a no ser que la empresa de servicio correspondiente apruebe la utilización otro material, como por ejemplo el aluminio, para una aplicación particular.

4.2.4 Conductores cableados

Todo conductor de calibre N° 8 AWG y superior, instalado en canalizaciones, debe ser del tipo cableado salvo que se usen como barra de distribución o en cables con aislante mineral y cubierta metálica.

4.2.5 Conductores en paralelo

Sólo se permite la conexión en paralelo para formar un solo conductor, en el caso de conductores de calibres 1/0 AWG o mayores y siempre que se cumpla con las siguientes condiciones:

- Tener la misma longitud y sección, ser del mismo material, tener el mismo tipo de aislante y terminales iguales.
- Si van por canalizaciones separadas o en cables multiconductores éstos deberán tener las mismas características físicas.

4.2.6 Calibre mínimo de conductores

Para uso general, a tensiones no mayores de 600 V, el calibre mínimo a utilizar será el N° 14 AWG con excepción de los conductores en cordones flexibles y conductores de aparatos portátiles que podrán ser hasta N° 18 AWG y en cordones decorativos

que podrán ser hasta N° 27 AWG. También se permiten calibres menores para conductores de circuitos de señalización de protección contra incendios y circuitos de control de motores, ver detalle de estas excepciones en el artículo 310-5 de la Norma NTC 2050.

4.2.7 Conductores en lugares mojados

Los conductores aislados usados en lugares húmedos deberán ser del tipo de cubierta de plomo o del tipo TW, THW, THWN o de cualquier otro tipo aprobado para ello.

Los cables de uno o más conductores deberán ser de algún tipo aprobado para ello.

4.2.8 Condiciones corrosivas

Los conductores expuestos a aceites, grasas, vapores, gases, humos, líquidos u otras sustancias que produzcan un efecto perjudicial sobre el conductor o el aislante, deben ser de algún tipo aprobado para tales condiciones.

4.2.9 Limitación por temperatura

La temperatura nominal de un conductor es la máxima temperatura, a lo largo de su longitud, a la cual el conductor puede permanecer por un período de tiempo prolongado sin sufrir serios daños.

Los principales factores que determinan la temperatura del conductor son:

- La temperatura ambiente, que puede variar a lo largo de la longitud del cable así como de tiempo en tiempo.
- El calor generado en el conductor, debido al flujo de la corriente.
- La velocidad con la cual se disipa en el medio ambiente el calor generado. La resistencia térmica de los materiales alrededor de los conductores afecta directamente esa velocidad.
- Los conductores de los circuitos adyacentes, que además de elevar la temperatura ambiente, impiden la disipación del calor.

La regla principal en este caso es: ningún conductor debe usarse en condiciones tales que su temperatura de operación exceda la temperatura de diseño de su material aislante.

En ningún caso pueden agruparse conductores según el tipo de circuito, el método de alambrado empleado o el número de conductores, de tal manera que se exceda el límite de temperatura de cualquiera de ellos.

4.2.10 Identificación de los conductores

Los conductores aislados empleados como neutro deben identificarse en toda su longitud por un acabado exterior de color blanco o gris natural. Para calibres mayores que el N° 6 AWG, en lugar del conductor gris o blanco, se puede poner durante su instalación una marca distintiva blanca en los extremos.

Los conductores aislados, usados como cable de tierra, es decir, como conductores de puesta a tierra de equipos en un circuito, deben identificarse con un color verde continuo o verde con una o más rayas amarillas. Cuando el cable de tierra sea un conductor aislado de calibre mayor que el N° 6 AWG, y no cumpla la condición de ser verde o verde con rayas amarillas, deberá identificarse de una manera permanente en el momento de su instalación, tanto en sus extremos como en cualquier punto donde sea visible, bien sea quitando el aislante en el tramo descubierto, coloreando de verde dicho tramo o marcándolo con cintas o etiquetas adhesivas verdes.

Los conductores empleados como conductores activos deberán identificarse con cualquier color de acabado o método de marcación distinto al empleado para los conductores usados como neutro y de tierra.

En ningún caso las marcaciones antes mencionadas deben interferir con la identificación del conductor que debe hacer el fabricante.

4.2.11 Capacidad de corriente de los conductores

Para conductores de cobre directamente enterrados o por canalizaciones a una tensión de servicio hasta de 600 V y una temperatura ambiente no mayor de 30°C, las capacidades de corriente de los conductores deberán ser las indicadas en la Tabla 4.1.

Para una temperatura ambiente superior deberá aplicarse a estas capacidades el factor de corrección indicado al final de dicha tabla.

4.3 INSTALACION A LA VISTA SOBRE AISLADORES

El método de instalación a la vista sobre aisladores es un sistema de cableado expuesto, en el cual no se permite que la instalación eléctrica quede oculta por la estructura o elementos de acabado de la edificación en la cual se instala. Su uso está permitido en sistemas con una tensión nominal no mayor de 600 V, únicamente para locales industriales o granjas, interior o exteriormente, en lugares húmedos o secos, donde la instalación esté sujeta a vapores corrosivos y para acometidas.

Este tipo de instalación emplea abrazaderas, aisladores, tuberías rígidas o flexibles para protección y soporte de conductores aislados seleccionados de acuerdo con las condiciones del sitio de instalación y tipo de aplicación, ver Figura 4.3.

A continuación se presenta un resumen de los principales requisitos de construcción que debe cumplir una instalación de este tipo:

- Los conductores deben soportarse firmemente sobre materiales aislantes que no sean combustibles ni absorbentes de humedad y no deben hacer contacto con ningún otro objeto.
- Los aisladores de soporte deben ubicarse dentro de una distancia de 0,15 m de cada lado de un empalme o derivación; dentro de una distancia de 0,30 m de una conexión terminal a una salida y en general a intervalos no mayores de 1,40 m.
- La distancia mínima entre los conductores y entre cada conductor y las partes metálicas y no metálicas de la edificación será de 0,06 m.
- La altura mínima de la instalación será de 3 m desde el nivel de piso terminado.
- Cuando los conductores atraviesen un muro u otro material, deberán protegerse con tubería para que no hagan contacto con éste.
- Si los conductores o parte de ellos van a quedar expuestos a la intemperie, deberán emplearse materiales apropiados para ello.
- Si se hace necesario el cambio a canalización deberán usarse capacetes terminales en la tubería.

- Toda parte de la instalación que utilice este tipo de canalización deberá presentar facilidad de inspección.

4.4 CANALIZACIONES DE USO COMUN

4.4.1 Generalidades

En este numeral se describen las canalizaciones más comunes para el alambrado de las instalaciones eléctricas objeto de este manual; no se incluye la descripción de aquellas otras canalizaciones cuyo uso no es permitido en instalaciones residenciales, que tienen una aplicación muy particular o no son empleadas en el medio local.

Para cada tipo de canalización se indica en que casos se permite su uso y en que casos se prohíbe. Además, para una mejor identificación, se escribe entre paréntesis el nombre con el cual conoce comúnmente cada tipo de canalización, de existir dicho término. En el numeral 5.3.2 se presentan las especificaciones mínimas de fabricación de las principales canalizaciones descritas.

Se define como canalización al conjunto de ductos o tuberías y sus accesorios cuya función primordial es la de proteger los conductores eléctricos. Por tal razón ella debe estar completamente terminada antes de la instalación de los conductores con el fin de minimizar los daños que puedan sufrir los aislamientos y el mismo conductor al agregar tramos nuevos de canalización. Igualmente, para minimizar daños, los extremos de los tubos deben escariarse para eliminar los bordes agudos.

Las canalizaciones o ductos eléctricos deben sujetarse firmemente a las superficies o empotrarse en ellas, de tal manera que se mantengan en su sitio.

Aún en instalaciones sobre cielorafalsos con paneles removibles, ver Figura 4.4, la canalización debe sujetarse a la losa que se encuentra por encima del cielorafalso o suspenderse de los elementos de soporte de él, siempre y cuando los conductores que contiene, alimentan únicamente salidas que estén entre la losa y el cielorafalso o adheridas debajo de este último. Este es el único caso en el cual se permite que una canalización esté sujeta por alambres.

Los cables para computadores, antenas de comunicación y de televisión o teléfonos, si pueden instalarse sobre los cielorafalsos removibles, sin necesidad de protección.

La canalización eléctrica no debe usarse para soportar otras canalizaciones o equipos no eléctricos.

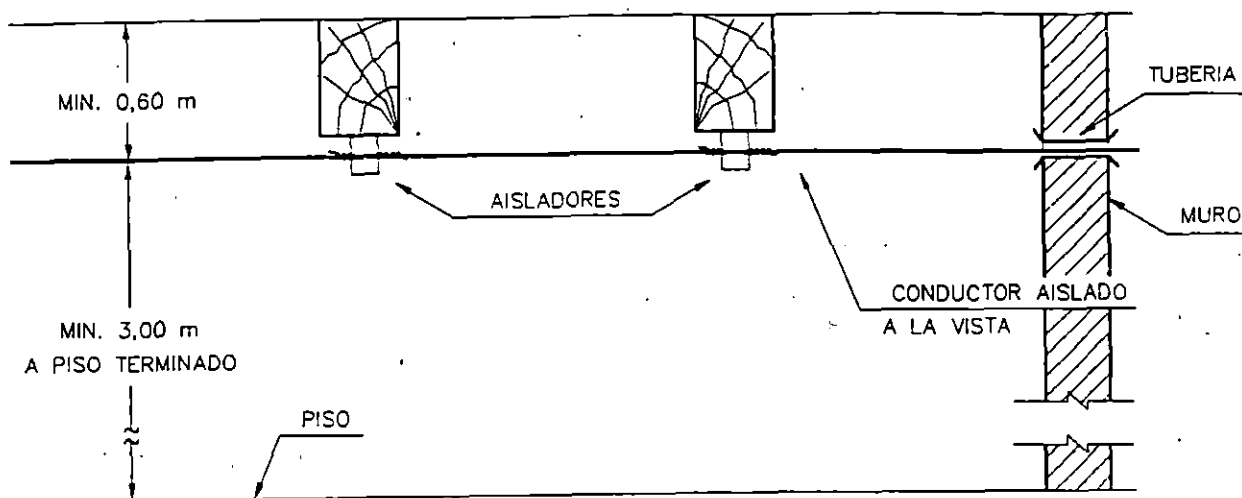


Figura 4.3. Canalización sobre aisladores.

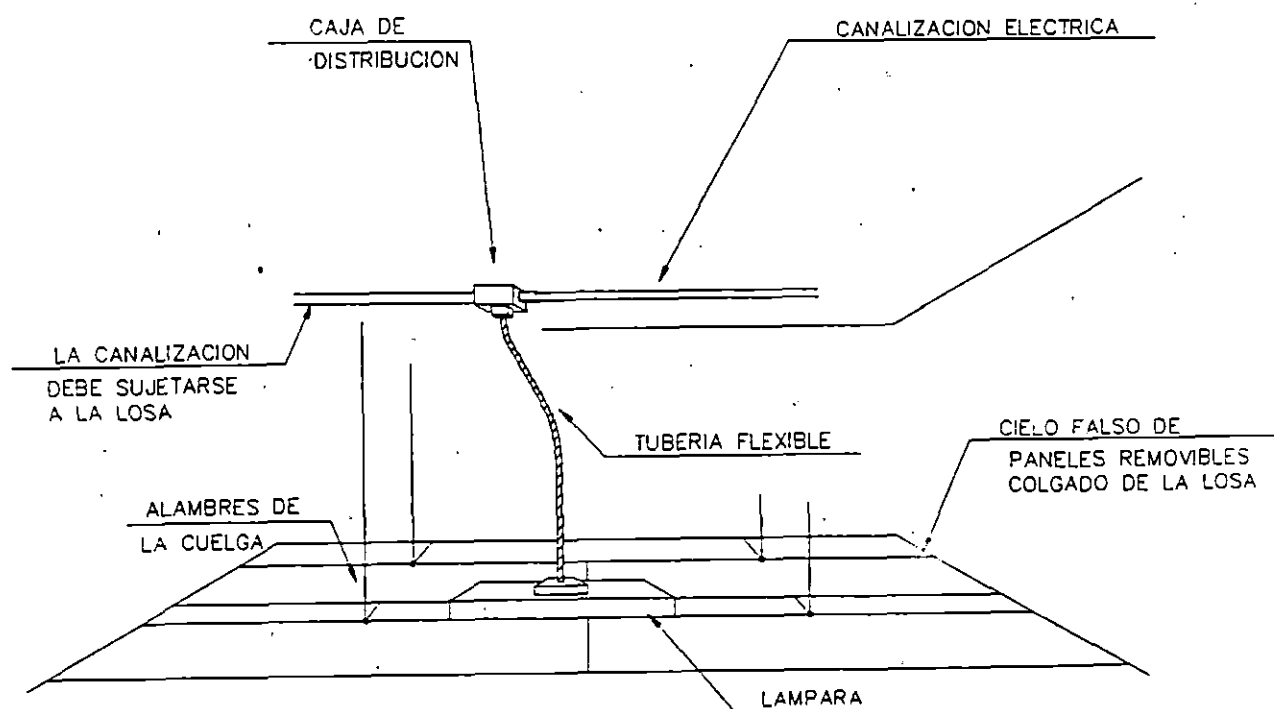


Figura 4.4. Canalizaciones en cielo falso.

4.4.2 Tubo metálico rígido ("conduit" metálico pesado)

Esta es una de las canalizaciones de más uso en las instalaciones eléctricas, ya que puede usarse prácticamente bajo todas las condiciones atmosféricas y en todos los lugares siempre que se cumpla con lo siguiente:

- Las canalizaciones y accesorios ferrosos que estén protegidos contra la corrosión sólo con esmalte se pueden usar únicamente en interiores y en locales no expuestos a condiciones corrosivas severas. Para exteriores deben ser galvanizados o protegidos con un material apropiado.
- En lo posible, no se deben usar metales distintos en contacto para evitar la acción galvánica. Se acepta usar cubiertas y accesorios de aluminio con tubos de acero y cubiertas y accesorios de acero con tubos de aluminio, ya que esto produce menos acción galvánica que la combinación acero-acero.
- La instalación de canalizaciones compuestas por tubos metálicos ferrosos o no ferrosos y sus accesorios, puede hacerse empotrada en concreto, en contacto directo con la tierra o en áreas expuestas a condiciones corrosivas severas cuando estén protegidos de la corrosión por un material apropiado para ello.
- No deben instalarse tubos rígidos metálicos dentro o debajo de un relleno de escoria, en el cual queden expuestos a humedad permanente a menos de que sean de un material resistente a la corrosión aprobado para el uso o estén protegidos por todos los lados con una capa de concreto sin escorias, de espesor no menor de 0,05 m o se entierren a una profundidad mínima de 0,45 m por debajo del relleno.
- En general todos los accesorios deben ser de materiales resistentes a la corrosión o protegidos contra ella con pinturas resistentes a la corrosión.

Estos tubos no deben utilizarse en diámetros inferiores a 1/2"; las curvas, si son fabricadas en la obra, deben hacerse de modo que no dañen los tubos, ni alteren de forma significativa su diámetro interior. Un tramo no debe contener más de cuatro curvas de 90° o su equivalente, entre salidas y/o accesorios.

Los tubos deben instalarse como un sistema completo y fijarse firmemente a no más de 0,90 m de cada caja de salida, de empalme, gabinete o accesorio; deben fijarse por lo menos cada 3 m, en tramos continuos.

4.4.3 Tubo metálico intermedio (tubo "IMC" o "conduit" metálico liviano).

El tubo metálico intermedio es un tubo con una pared más delgada que la del tubo metálico rígido, el cual está satisfactoriamente especificado para usar en todas aquellas aplicaciones en las cuales este último está permitido. De la misma forma, todos los elementos de acople, accesorios, terminales y demás elementos complementarios de la canalización, utilizables con tubos metálicos rígidos son intercambiables con los utilizables con tubos metálicos intermedios.

Los requerimientos para instalación de los tubos metálicos rígidos son igualmente aplicables para los tubos metálicos intermedios.

4.4.4 Tubo rígido no metálico ("conduit" de PVC)

Básicamente existen y son reconocidos por laboratorios internacionales, como el UL por ejemplo, para utilizar como medios de canalización de conductores eléctricos, tres tipos de tubos rígidos no metálicos, a saber: los fabricados en cloruro de polivinilo rígido (PVC) tipos ("schedule") 40 y 80; los fabricados para uso subterráneo en otros plásticos diferentes del PVC (como el polietileno de alta densidad "schedule" 40) y los fabricados en otras fibras diferentes del plástico como el asbesto-cemento y la fibra de vidrio con recubrimiento epóxico. Únicamente los tubos rígidos de PVC ("schedule" 40 y 80) son reconocidos por el código eléctrico nacional, como aptos para uso expuesto (no subterráneo).

En el medio local y para el campo de aplicación de este manual, se identifican como tubos rígidos no metálicos prácticamente en forma exclusiva a los fabricados en PVC. Su uso en las instalaciones eléctricas residenciales y en las comerciales e industriales menores, está ampliamente difundido y en consecuencia se considera de gran importancia identificar las condiciones bajo las cuales está permitida su aplicación. A continuación se resumen las principales:

- Empotrados en las paredes, pisos o techos
- En lugares expuestos a fuertes acciones corrosivas o a la acción química para la cual los materiales hayan sido específicamente aprobados.
- En sitios en los cuales queden cubiertos por escorias
- En lugares húmedos o expuestos frecuentemente al lavado de las paredes, siempre y cuando el sistema completo de tuberías, cajas y accesorios se

instale y equipe de modo que impida la entrada de agua. En este caso, todos los accesorios deben ser de materiales resistentes a la corrosión o deben estar protegidos contra ella por medio de materiales apropiados.

- En instalaciones a la vista donde no estén sometidos a daños materiales, si están marcados para tal uso.
- En instalaciones bajo tierra

El uso de este tipo de canalización no está aprobado para los siguientes casos:

- En áreas clasificadas como peligrosas
- Cuando se requiera usar el tubo como soporte de aparatos o equipos
- Donde estén expuestos a daños materiales, a menos que estén marcados para tal uso, o a temperaturas ambientes superiores a aquellas para las cuales están aprobados.
- Para la canalización de conductores cuyo límite de temperatura supere la temperatura aprobada para este tubo.

A continuación se resumen las principales consideraciones que deben tenerse en cuenta para su adecuada instalación:

- No deben usarse tubos con un diámetro inferior a 1/2", ni mayor de 6"
- Si las curvas se fabrican en la obra deben hacerse con el equipo y los procedimientos adecuados, de modo que no se dañen los tubos ni se reduzca significativamente su diámetro interior. Un tramo de tubería entre dos cajas o puntos de halado, no debe contener más del equivalente a cuatro ángulos rectos.
- En la instalación se usarán, además de los tubos, todos los elementos fabricados y aprobados para su complementación, como es el caso de las uniones y los adaptadores para las cajas. De igual forma, se utilizarán los métodos de ensamble y unión aprobados para tal fin.
- Cuando la canalización vaya expuesta, deberá soportarse con los elementos de sujeción adecuados para garantizar la estabilidad y buena presentación de la instalación. A continuación se indican las distancias máximas permitidas

entre los soportes de la canalización dependiendo del diámetro del tubo. Se advierte que de cualquier forma, siempre habrá un elemento de fijación a no más de 0,9 m de cada caja, gabinete u otra terminación del tubo.

DIAMETRO DEL TUBO	ESPACIAMIENTO MAXIMO (METROS)
De 1/2" a 1"	0,9
De 1 1/4" a 2"	1,5
De 2 1/2" a 3"	1,8
De 3 1/2" a 5"	2,1
De 6"	2,4

4.4.5 Tubería eléctrica metálica (tubería metálica tipo "EMT")

Este tipo de canalización también tiene una amplia aplicación, principalmente en instalaciones industriales y comerciales, pues ofrece prácticamente todas las cualidades del tubo metálico rígido, con las ventajas de un costo menor y una aplicación más fácil. A diferencia de la canalización con tubo metálico rígido esta canalización no es completamente hermética, pues los accesorios empleados para empalmes y terminaciones no son acoplados por roscado, ya que la tubería no permite tal labor.

Esta canalización puede emplearse en todo tipo de instalaciones, con excepción de los casos expuestos a continuación:

- Cuando en el momento de ejecución de las instalaciones o después de estar ellas concluidas, la tubería esté expuesta a fuertes daños materiales.
- Cuando al utilizarse en sitios con alto grado de corrosión, la protección contra ella, sea simplemente un esmalte.
- Cuando se instale embebida en concreto o en material de relleno con escorias y a la vez esté sometida a una acción permanente de la humedad, salvo que se recubra completamente con una capa de concreto (libre de escorias) de un espesor no menor de 50 mm o se entierre por debajo del relleno con escorias, a una profundidad no menor de 0,45 m. Siempre que sea posible, se evitará

la utilización de metales diferentes en contacto, con el objeto de evitar el posible efecto de acción galvánica; sin embargo, se permite la utilización de accesorios de aluminio con tubería de acero o viceversa.

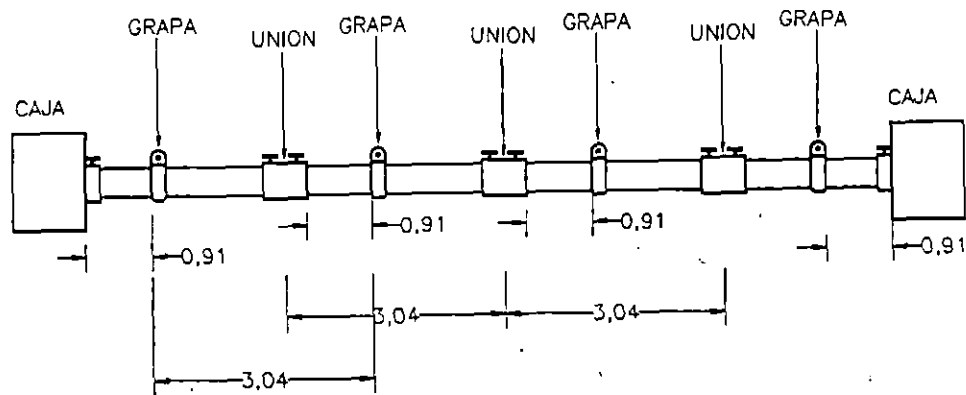
- En áreas clasificadas como peligrosas.

A continuación se resumen las principales consideraciones que deben adoptarse para su instalación:

- No se deben instalar tuberías eléctricas metálicas, de diámetro inferior a 1/2" ni de diámetro mayor a 4".
- Los accesorios que se utilicen con la tubería deberán ser exactamente los especificados para cada aplicación determinada.
- Las curvas, en caso de ser fabricadas en la obra, deberán realizarse de tal forma que no reciban daño alguno y no se altere de manera considerable el diámetro interior de la tubería. No se permitirá la instalación de más de cuatro curvas de 90° o su equivalente (360° en total), entre dos puntos de halado.
- La tubería se instalará como un sistema completo y se deberá soportar adecuadamente por lo menos cada 3 m en tramos continuos y a no más de 0,9 m de cada caja de salida o de empalme, gabinete o accesorio. En este punto es importante aclarar que como la unión es un accesorio, debe entenderse que el soporte a 0,9 m a que se refiere la Norma NTC 2050, es a un solo lado de la unión (en el sentido que se desplaza la canalización) y no de ambos, ver Figura 4.5.
- Se permite soportar la canalización a distancias no mayores de 1,52 m de cada caja de salida o accesorio, cuando los elementos estructurales de la superficie en la cual va instalada, no lo permiten hacer de otra manera, ver Figura 4.6.

4.4.6 Tubería eléctrica no metálica ("flexiconduit" o "conduflex" de PVC).

La tubería eléctrica no metálica (ENT) es una tubería de PVC, corrugada y plegable; la cual, por su configuración, presenta cierto grado de flexibilidad y puede ser doblada a mano.



NOTA: LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.

Figura 4.5. Distribución de soportes para tubería EMT (aplicación general)

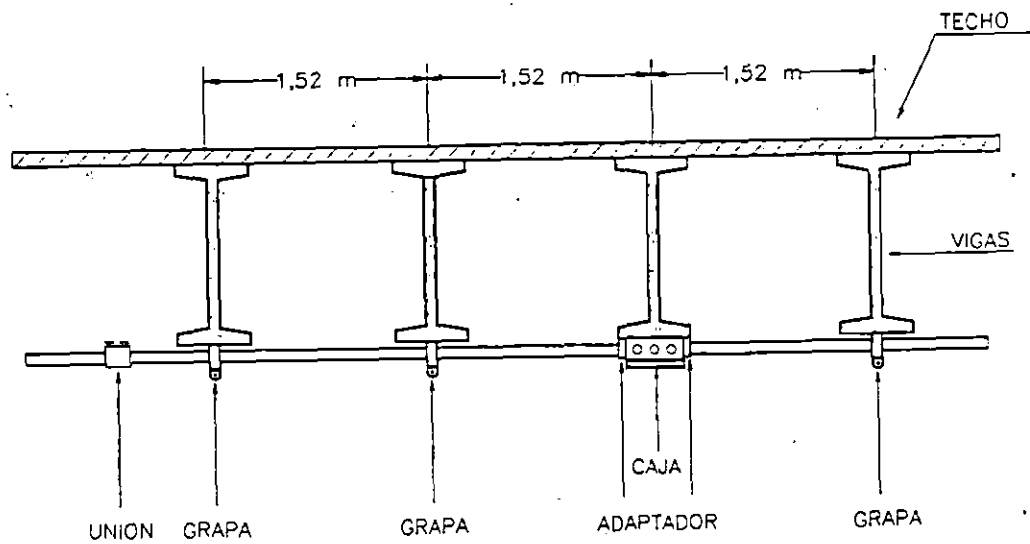


Figura 4.6. Ilustración de la excepción para soporte de tubería EMT.

A pesar de lo anterior no reemplaza ni está aprobada para su uso como a ellas, a las tuberías flexibles que se mencionan más adelante.

Se permite la utilización de este tipo de canalización en los siguientes casos:

- En instalaciones a la vista si no está expuesta a daños y la edificación no tiene más de tres niveles sobre el piso.
- Embebida en techos, paredes y pisos si el material de éstos tiene una resistencia al fuego de al menos 15 minutos.
- En ambientes de alta corrosión y ambientes químicos para los cuales esté aprobado el material de la tubería.
- Sobre cielosos suspendidos provistos de barreras térmicas construidas en materiales con un tiempo de resistencia al fuego superior a los 15 minutos.
- Embebidas en concreto vaciado, si poseen los accesorios apropiados

El uso de esta tubería queda expresamente prohibido en los siguientes casos:

- En áreas clasificadas como peligrosas, a menos que se trate de métodos de cableado en sistemas intrínsecamente seguros.
- En donde la tubería soporte luminarias, artefactos o cualquier otro aparato
- Donde esté expuesta a una temperatura superior a aquella para la cual la tubería está aprobada.
- Para canalizar por ella conductores con un tipo de aislamiento cuyo régimen de temperatura exceda la temperatura para la cual la tubería está aprobada.
- Para enterramiento directo
- Para instalaciones en las cuales la tensión de servicio sea mayor a 600 V.
- En instalación a la vista (expuesta) con la excepción anotada en los usos permitidos.

- En lugares cerrados donde haya concentraciones masivas de personas, como es el caso de los teatros, a menos que sea bajo circunstancias aceptadas por normas de construcción locales particulares para estos casos.

En la instalación de este tipo de tubería se deberán tener en cuenta los siguientes requisitos:

- El diámetro permitido no será menor de 1/2" ni mayor de 1"
- Las curvas deberán hacerse de tal manera que no se reduzca el diámetro interior de la tubería y que el radio interno de curvatura no sea menor que el indicado para tubos metálicos rígidos (Tabla 346-10 de la Norma NTC 2050). Entre dos cajas o puntos de halado, no deberán existir más de cuatro curvas en ángulo recto.
- La tubería se instalará como un sistema completo; esto es, con todos los elementos de unión y terminación específicamente indicados para ello. La tubería se soportará firmemente a no más de 0,3 m de cada caja de salida y empalme, gabinete o accesorio; adicionalmente, deberá sujetarse por lo menos cada 0,9 m en tramos continuos.
- De requerirse, se utilizarán juntas de dilatación en el tubo rígido no metálico para compensar las dilataciones y contracciones térmicas.
- Para evitar contactos accidentales, tales como los que se puedan presentar con el uso de clavos, tornillos u objetos cortantes que puedan penetrar accidentalmente la canalización, las instalaciones eléctricas construidas en tubería no metálica deben quedar a una profundidad de 30 mm, medida desde las superficies terminadas de la edificación. Si esto no se cumple en algunos puntos de la edificación, el instalador deberá proceder a proteger la instalación con algún medio adecuado para el caso, como el uso de platinas metálicas de un espesor mínimo de 1,5 mm.

4.4.7 Canalizaciones flexibles

En este grupo están incluidas las tuberías y tubos que por su naturaleza constructiva permiten ser instalados en aquellos casos en los cuales la flexibilidad de la conexión es indispensable, como ocurre en los casos de la conexión de los motores para prevención de la transmisión de vibración y ruido al resto de la canalización, o para

la conexión de luminarias y equipos que requieren de movilidad durante su operación o su mantenimiento.

Su aplicación principal está dirigida a la complementación de las canalizaciones convencionales mencionadas en los numerales precedentes, aunque ocasionalmente pueden ser utilizadas como medio de canalización general.

Para efectos de alcance de este manual, el campo de aplicación de estas canalizaciones está prácticamente circunscrito a las instalaciones del tipo comercial e industrial, cubiertas por él.

4.4.7.1 Tubería metálica flexible

Para garantizar la hermeticidad de la canalización conformada por esta tubería, cuyas características constructivas están indicadas en el numeral 5.4.5 de este manual, es indispensable que se utilicen con ella los accesorios terminales específicamente aprobados para tal fin.

No deberá instalarse tubería metálica flexible de diámetros diferentes a 1/2" y 3/4", con excepción de aquellos casos señalados en el artículo 349-10 de la Norma NTC 2050, que permiten la instalación de tuberías de 3/8".

En el artículo 349-3 de esa norma están definidos los usos permitidos de esta tubería los cuales se resumen a continuación:

- En lugares secos
- En lugares accesibles, cuando estando ella expuesta, quede protegida de daño físico u oculta, como ocurre en el caso de instalaciones sobre cieloralsos suspendidos.
- Para circuitos ramales exclusivamente
- Para cableado a una tensión no mayor de 1000 V.

No está permitido por la Norma NTC 2050 la utilización de esta tubería en los siguientes casos, de acuerdo con el contenido del artículo 349-4.

- En fosos para ascensores
- En cuartos para baterías

- En áreas clasificadas (peligrosas)
- Enterrada directamente en el piso o empotrada en concreto vaciado o agregado.
- En longitudes mayores de 1,8 m

4.4.7.2 Tubo metálico flexible ("flexiconduit metálico")

Como ocurre con la tubería anteriormente descrita, el tubo metálico flexible, salvo las excepciones indicadas en el artículo 350-3 de la Norma NTC 2050 que permite la instalación de tubos con un diámetro de 3/8", debe utilizarse en diámetros no menores de 1/2" y con todos los accesorios especialmente diseñados para ello, de tal forma que se conforme un sistema canalizado completo tal como se exige en la sección 300 de la norma. Cuando se utilice como un sistema de canalización continuo deberá soportarse con los medios más adecuados a intervalos no menores de 1,35 m y a no más de 0,3 m de cada lado de toda caja de salida, caja de conexión, gabinete o accesorio. Con ciertas restricciones se permite que el tubo se utilice como medio para puesta a tierra de la canalización, de acuerdo con lo señalado en artículo 250-91(b) de la Norma NTC 2050; en caso de requerirse un conductor externo, paralelo al tubo, para la conexión a tierra de un equipo, este se instalará según se indica allí.

Prohíbe la Norma NTC 2050 la utilización del tubo metálico flexible en los siguientes casos:

- En sitios con presencia permanente de agua, a menos que los conductores canalizados sean del tipo de cubierta metálica o de otro tipo aprobado para esas condiciones y que adicionalmente la canalización sea construida de tal forma que el agua drene y no penetre a otras canalizaciones, cajas o elementos de la instalación. Una ilustración de esta aplicación se indica en la Figura 4.7.
- En fosos para ascensores, con exclusión de los casos permitidos en las excepciones del artículo 620-21 de la Norma NTC 2050 que habla de tramos cortos sobre las cabinas si están sujetos firmemente y quedan fuera del alcance del aceite.
- En cuartos para baterías

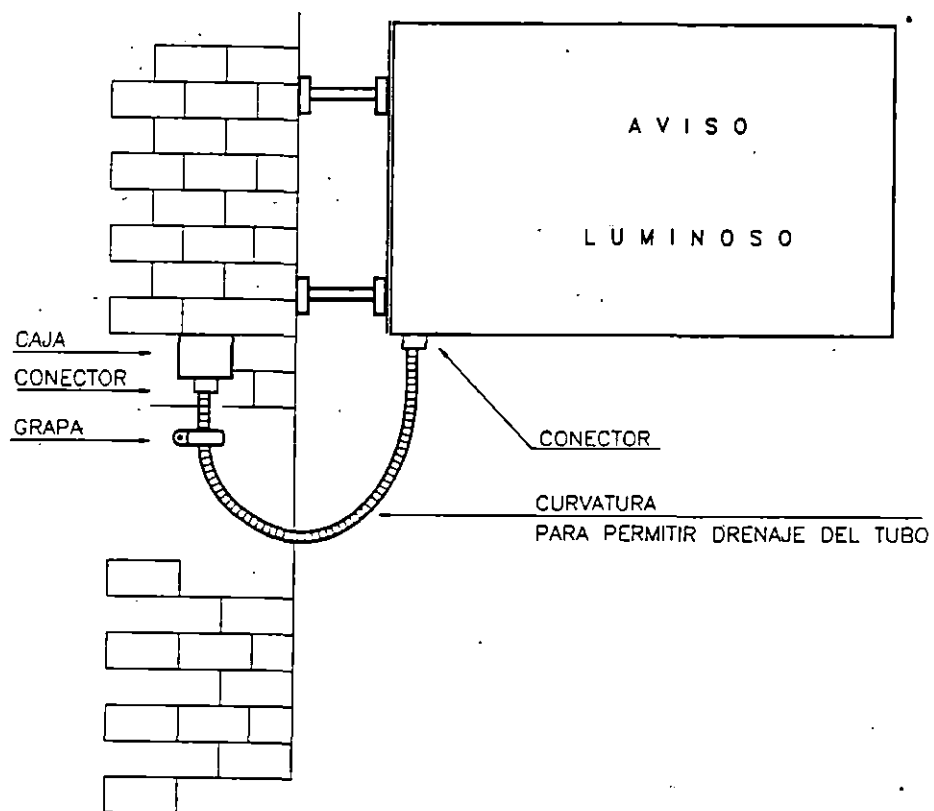


Figura 4.7. Utilización de tubo metálico flexible, a la intemperie.

- En áreas clasificadas, con excepción de los casos permitidos en el artículo 501-4(b). (Instalación en áreas clasificadas como Clase I, División 2).
- Cuando los conductores canalizados tengan aislamiento de caucho y pueden estar expuestos a aceite, gasolina o algún otro producto que los ataque.
- Enterrados directamente en el piso o embebidos en concreto vaciado

4.4.7.3 Tubo metálico flexible hermético a los líquidos ("liquidtight" metálico)

Como ocurre con el tubo metálico flexible, esta canalización debe utilizarse en diámetros entre 1/2" y 4" (salvo las excepciones indicadas en el artículo 350-3 de la Norma NTC 2050) y con todos los accesorios especialmente diseñados para su instalación como una canalización integral.

Las anotaciones relacionadas con el tamaño mínimo, la forma de instalación, soporte y puesta a tierra, indicadas para el tubo metálico flexible son aplicables de igual forma, para el tubo hermético a los líquidos.

De acuerdo con lo indicado en el artículo 351-4 de la Norma NTC 2050, se permite la utilización de tubos metálicos flexibles herméticos a los líquidos, para enterramiento directo e instalación expuesta u oculta, en los siguientes casos:

- Cuando por las condiciones de la instalación, operación o mantenimiento, se requiera flexibilidad en la conexión o protección de los conductores canalizados contra líquidos, gases o sólidos.
- En aplicaciones para las cuales esté específicamente aprobado su uso en áreas clasificadas, según lo permitido por los artículos 501-4(b), 502-4 y 503-3, de la Norma NTC 2050. Igualmente está permitido su uso para el cableado de sistemas intrínsecamente seguros, tal como está indicado en la sección 504-20 del "National Electrical Code" (NEC) a partir de 1990.
- Para la canalización de acometidas y alimentadores para construcciones flotantes, de acuerdo con lo contenido en el artículo 553-7(b) de la Norma NTC 2050.

No está permitido por la Norma NTC 2050 la utilización de este tipo de canalización en aquellos casos en los cuales esté expuesta a daño físico o cuando por las condiciones ambientales y la temperatura de los conductores, la temperatura de operación del tubo sea superior a aquella para la cual está aprobado su uso.

4.4.7.4 Tubo no metálico flexible hermético a los líquidos ("liquidtight" no metálico)

Este tubo debe instalarse únicamente con los accesorios apropiados para su adecuada operación y en diámetros entre 1/2" y 4" (excepcionalmente se permite el uso en diámetros de 3/8" según lo indicado en el artículo 351-24 de la Norma NTC 2050).

Cuando se requiere conductor de tierra para los circuitos canalizados en este tipo de tubo, podrá instalarse interior o exteriormente a él; en este último caso, el conductor de puesta a tierra se instalará paralelo al tubo y no podrá tener una longitud mayor de 1,8 m. Los accesorios de la canalización y las cajas de la instalación deberán unirse y ponerse a tierra según lo indicado en la sección 250 de la Norma NTC 2050.

A continuación se presenta un resumen de los usos permitidos para los tubos no metálicos herméticos a los líquidos, de acuerdo con lo contenido en el artículo 351-23 de la norma.

- Cuando por las condiciones de instalación, operación o mantenimiento, se requiere que la conexión sea flexible.
- Cuando se necesita proteger los conductores canalizados, de líquidos, gases o sólidos.
- En las instalaciones a la intemperie, cuando estén específicamente aprobados e identificados para tal uso.
- Para enterramiento directo, cuando estén específicamente aprobados para ello.

En el mismo artículo (351-23) están contenidas las aplicaciones no permitidas para este tipo de tubos, los cuales se resumen a continuación.

- En instalaciones en las que esté expuesto a daño físico
- Cuando por cualquier combinación de temperatura ambiente y temperatura de los conductores canalizados, se pueda llegar a exceder la temperatura para la cual están aprobados.
- En longitudes mayores de 1,8 m, excepto cuando esté aprobado para instalaciones especiales.
- Cuando la tensión nominal de los conductores exceda de 600 V.

4.4.8 Canalizaciones superficiales ("canaletas")

Las canalizaciones superficiales, o de instalación sobre superficie, son molduras o canales prefabricados de sección rectangular, metálicas o plásticas, que permiten el tendido de cables de potencia, comunicaciones y datos, de una manera sencilla y efectiva por paredes y techos en edificaciones nuevas o en remodelaciones de edificaciones existentes, ver Figura 4.8. A este grupo de canalización pertenecen además, los postes de servicio (bajantes entre el cieloraso y el piso para alimentar equipos de escritorios), los rieles para iluminación y las cajas multiservicios.

Su principal aplicación corresponde a proyectos de expansión o modernización de redes de servicios, principalmente de comunicación y datos, en edificaciones existentes; sin embargo, cada vez es más frecuente su utilización en residencias, locales comerciales y edificios de oficinas nuevos, especialmente en los casos que arquitectónicamente se denominan "oficinas de planta abierta" en los cuales hay grandes espacios y donde la única manera de hacer la instalación eléctrica es por los paneles prefabricados (cancelería) que separan los puestos de trabajo.

Los sistemas vienen provistos de los accesorios necesarios para permitir su montaje como un sistema de canalización integral, tales como cajas para las salidas o para acople con otros sistemas de canalización, conectores, adaptadores de caja, curvas, derivaciones en T, etc. Los canales poseen tapas frontales ajustables, sobre las cuales en algunos casos vienen incorporados los tomas para las salidas, que permiten el acceso y facilitan la labor de instalación de los cables. Adicionalmente vienen provistos de sujetadores para cables, para permitir no sólo una mayor calidad y presentación del cableado, sino que son indispensables cuando los canales son instalados sobre el techo.

El uso de este sistema no está permitido en los siguientes casos:

- Donde estén expuestas a daño material severo, a menos que estén aprobadas para ello (sólo las canaletas metálicas).
- En fosos para ascensores
- En lugares clasificados como peligrosos
- Ocultas, con excepción de lo permitido para las metálicas en canalizaciones para sistemas de procesamiento de datos.

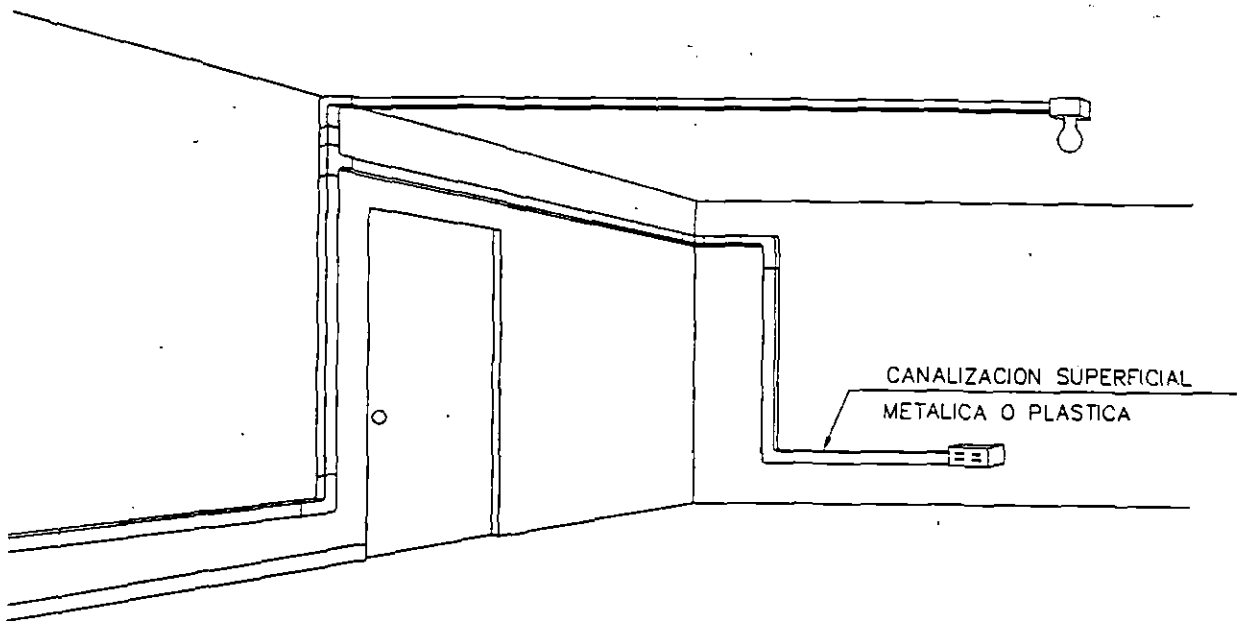


Figura 4.8. Canalizaciones superficiales.

- Tendidas bajo muebles fijos y para extensiones bajo cubiertas de paredes, a menos que estén aprobadas para tal fin.
- Cuando la tensión entre los conductores instalados sea igual o mayor a 300 V, a menos que como en el caso de las metálicas, la lámina con la cual estén construidas tenga un espesor no inferior a 1 mm.
- Tampoco se permiten canalizaciones metálicas cuando estén expuestas a vapores corrosivos.
- Los plásticas, cuando estén expuestas a una temperatura ambiente superior a 50°C o para canalizar conductores con aislamiento aprobado para temperaturas mayores de 75°C.

4.5 NUMERO DE CONDUCTORES POR DUCTO

El número y el calibre de los conductores en cualquier canalización debe ser tal que se permita la disipación de calor y su fácil instalación y remoción sin dañarlos.

No deberá excederse el porcentaje especificado de ocupación de las tuberías según el número de conductores por tubería. El porcentaje ocupado por el área de los conductores con respecto al total de la sección transversal de área de la tubería no será mayor de:

- 53%, si se instala un solo conductor en el ducto
- 31%, si se instalan dos conductores en el mismo ducto
- 40%, si se instalan tres o más conductores en el mismo ducto

La Tabla 4.2 es una aplicación de esta recomendación para ductos circulares y conductores de uso común.

Los porcentajes anteriores están dados para condiciones normales de instalación y alineación de conductores, donde la longitud de tendido y el número de curvas están dentro de límites razonables. Se puede considerar, bajo ciertas condiciones, la utilización de un tubo de diámetro mayor al calculado o un espacio a llenar menor al calculado.

Cuando se instalen cables de tierra en los ductos, éstos deben incluirse en el cálculo del espacio ocupado en el tubo, usando para los cálculos sus dimensiones reales (aislado o desnudo).

4.6 CAJAS

Esta sección se aplica a la instalación y uso de cajas que contengan salidas de alumbrado, suiches o dispositivos semejantes, tomacorrientes, puntos de empalme, de derivación o de tiro.

Se deberá instalar una caja o accesorio en cada salida, o punto definido en el párrafo anterior en las canalizaciones hechas con tubos y tubería metálica o de otro tipo, u otras canalizaciones.

En los únicos puntos donde no es necesaria una caja como punto terminal de una canalización es en el caso en que los tubos son utilizados sólo como protección del cable, como ocurre cuando un cable subterráneo sale al aire. En tales casos el tubo sólo es una protección para el conductor en el punto donde deja de ser subterráneo y se convierte en una instalación expuesta. También es posible reemplazar la caja terminal al final de un tubo por un buje, capacete o accesorio terminal, cuando se presenta un cambio de instalación eléctrica en tubería a instalación eléctrica abierta. El accesorio usado para este propósito no deberá tener filos cortantes y sus orificios deberán tener bordes redondeados.

No se requiere caja en canalizaciones que tengan una tapa retirable, accesible después de construida la instalación.

En canalizaciones abiertas puede omitirse el uso de las cajas cuando se empleen interruptores, rosetas, tomacorrientes y cortacircuitos fabricados con material aislante apropiado para tal uso.

En instalaciones terminadas las cajas de salida deben cubrirse con una tapa metálica, a no ser que estén cubiertas con tapas para interruptores, tomacorrientes, portalámparas o elementos similares. Las tapas no deben recubrirse con ningún tipo de material.

No se instalarán cajas redondas donde las tuberías o conectores deban fijarse a las paredes laterales de la caja por medio de tuercas o boquillas.

Las cajas metálicas deben ponerse a tierra cuando se usan en instalaciones ocultas sobre aisladores y tubos o con cables con cubierta no metálica y están en contacto con techos o superficies metálicas. También deben ponerse a tierra cuando se usan en instalaciones con tubería no metálica.

Para la instalación de cajas, metálicas o no, se deben utilizar los adaptadores terminales o medios de unión aprobados.

Cuando se utilicen cajas no metálicas en instalaciones a la vista u ocultas sobre aisladores o tubos, los conductores deberán entrar en la caja a través de orificios individuales. Cuando se use tubería flexible para contener los conductores, la tubería se extenderá desde el último soporte aislado hasta no menos de 6,4 mm de la caja. Cuando se utilice cable con cubierta no metálica, el conjunto del cable, incluyendo la cubierta, entrará en la caja no menos de 6,4 mm a través de una abertura de disco removible.

Las cajas no metálicas no mayores de 1,6 dm³ pueden utilizarse solamente con instalaciones a la vista sobre aisladores, instalación oculta sobre aisladores o tubos, cables con cubierta no metálica y tubo rígido no metálico. Las cajas no metálicas más grandes, hechas con propósitos de unión entre todas las canalizaciones y las entradas de los cables, pueden usarse con canalizaciones metálicas y cables con cubierta metálica.

Todos los métodos de instalación deben asegurar los conductores individuales a la caja salvo cuando:

- Se utilice cable con cubierta metálica con un solo juego de caja
- El cable se asegura dentro de los 0,20 m de la caja, medidos sobre la cubierta.
- La cubierta se extiende en la caja no menos de 6,4 mm

En lugares húmedos deben colocarse cajas adecuadas para impedir que la humedad entre o se acumule dentro de ellas. Deberán ser cajas aprobadas para este uso.

Las cajas deberán ser de un tamaño tal que deje espacio suficiente para los conductores encerrados en la caja.

El número máximo de conductores en cajas normalizadas sin contar los conductores de los aparatos permitidos en estas cajas, deberá ser el especificado en la Tabla 4.3. La profundidad mínima interior debe ser 1½". Deberá cumplirse, además, con lo especificado en el artículo 370-6 de la Norma NTC 2050.

La entrada de los conductores a las cajas deberá hacerse de modo que éstos queden protegidos contra la abrasión. Las aberturas por donde entran los conductores deben cerrarse adecuadamente. Las aberturas no utilizadas también deben cerrarse, ver artículos 370-7 y 370-8 de la norma.

En cada caja de salida deben dejarse al menos 0,15 m de conductores disponibles para hacer las uniones o conexión de los dispositivos o equipos.

En las entradas y las salidas de las cajas deben sujetarse a éstas, tanto la tubería liviana como la pesada, con tuerca, contratuerca y boquilla; el empalme entre dos tuberías, deberá hacerse por medio de uniones adecuadas y cuando sea necesario cortar los tubos, deben limarse los extremos hasta que no quede ningún filo cortante.

Las cajas de empalme, de paso y de salida, deberán instalarse de tal manera que los conductores contenidos en ellas sean accesibles sin retirar parte alguna de los acabados de la edificación, o en instalaciones subterráneas sin tener que excavar aceras o pavimentos u otros materiales de acabado.

4.7 TABLEROS

Se presenta en este numeral un resumen de los principales aspectos que deben considerarse para la adecuada instalación de los tableros de distribución y gabinetes para medidores.

4.7.1 Tableros de distribución

4.7.1.1 Disposiciones generales

Se define como tablero a un panel en el cual están ensambladas las barras para distribución y que continene los dispositivos de protección de sobrecorriente; adicionalmente, que puede contener o no suiches para el control de los circuitos de iluminación, calor o potencia. Dicho panel está diseñado para ser colocado en un gabinete o caja empotrado o adosado a una pared y con acceso únicamente por el frente.

Las barras que componen el tablero y a las cuales llega el alimentador, deberán tener una capacidad nominal que no sea inferior a la capacidad mínima calculada para el alimentador y ésta es la que se denomina capacidad nominal del tablero. Las barras deberán quedar rígidamente montadas en su sitio.

Los tableros deberán tener un marca permanente de fábrica que incluya: tensión, en voltios; la capacidad nominal de corriente, en amperios; el número de fases y de hilos para los cuales han sido diseñados; el nombre del fabricante o la marca comercial. Esta información debe quedar visible después de la instalación del tablero.

No deberán instalarse en un tablero para circuitos ramales de alumbrado y tomacorrientes, más de 42 dispositivos de protección (además del principal o "totalizador" si lo tiene). El gabinete deberá tener medios materiales que impidan la instalación de un mayor número de dispositivos de protección, que el número para el cual ha sido diseñado y aprobado.

Para el propósito de calcular el número de dispositivos de protección, un interruptor automático de dos o tres polos deberá considerarse como dos o tres dispositivo, respectivamente.

4.7.1.2 Protección de sobrecorriente

Cada tablero para circuitos ramales de alumbrado y tomacorrientes deberá protegerse individualmente. La protección debe ponerse en el lado del suministro, bien integrada al tablero, bien en el punto donde empieza el alimentador o en ambas partes, y constará de interruptores automáticos o de fusibles que tengan una capacidad combinada no mayor que la del tablero, ver Figura 4.9.

La carga total de cualquier dispositivo de sobrecorriente ubicado en un tablero no será mayor que el 80% de su capacidad, cuando en funcionamiento normal la carga esté alimentada por tres horas o más.

4.7.1.3 Tableros en lugares húmedos o mojados

Los tableros deberán colocarse o equiparse de manera que eviten la entrada de humedad o agua y su acumulación dentro de ellos y se montarán de modo que haya un espacio libre de por lo menos 6 mm entre ellos y la superficie que los soporta. Estos tablero deben ser a prueba de agua.

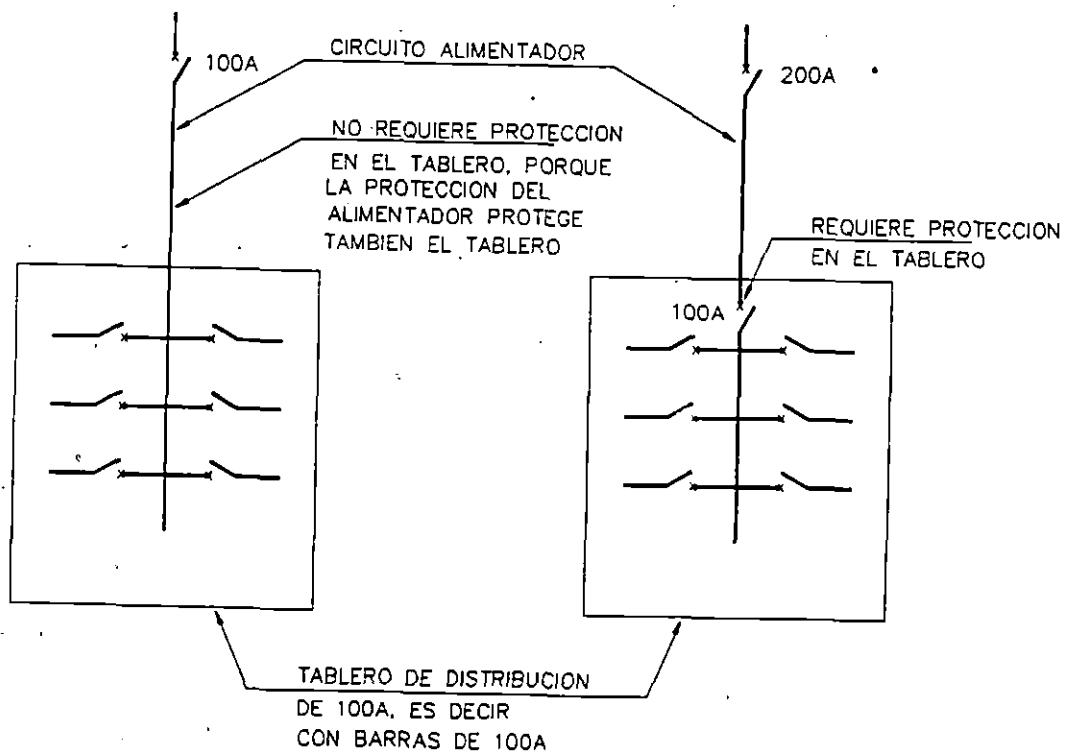


Figura 4.9. Protección de los tableros de distribución.

En general, el material del tablero deberá estar aprobado para el medio ambiente en el cual se va a instalar.

4.7.1.4 Puesta a tierra de los tableros

A los gabinetes de los tableros deberá fijarse una barra de cobre para unir en ella todos los conductores de tierra del alimentador y de los circuitos ramales. Esta barra terminal deberá conectarse a la estructura metálica del gabinete, pero no deberá conectarse a la barra de neutro en este punto. La barra de neutro y la barra de tierra solamente se podrán unir en el equipo de acometida.

4.7.2 Gabinetes para medidores

4.7.2.1 Ubicación

Los gabinetes o cajas para los medidores se ubicarán según lo dispongan las regulaciones de cada empresa de servicios, pero siempre procurando que se pueda hacer una lectura clara y rápida del equipo, como se especifica en el numeral 2.7.

4.7.2.2 Espacios libres

Debe existir suficiente espacio para la distribución de conductores dentro de los tableros y la separación entre las partes metálicas de los dispositivos y aparatos montados en su interior debe cumplir con lo estipulado en el artículo 373-11 de la Norma NTC 2050. No deben utilizarse para almacenar ningún objeto, sustancia o material no especificado.

4.7.2.3 Alambrado y conexiones

Para un inmueble sólo se permite una caja de medidores y ésta no debe utilizarse como caja de paso.

Sólo se permite un ducto para el paso de los conductores tanto para la llegada de la acometida como para la salida hacia el tablero de distribución del inmueble. Su diámetro mínimo debe ser de 1".

Los elementos del gabinete deben conectarse mediante conductores de cobre aislado, de un calibre acorde con la carga del inmueble.

Los terminales, empalmes y en general todas las conexiones que se realicen deben cumplir con lo estipulado en el artículo 110-14 de la Norma NTC 2050.

Los gabinetes de contadores deberán estar puestos a tierra siguiendo los métodos y recomendaciones especificados en el numeral 3.7 de este manual y en la sección 250 de la Norma NTC 2050.

4.8 VARILLA DE PUESTA A TIERRA (O VARILLA TIPO "COPPERWELD")

Por ser este el electrodo de puesta a tierra de uso más difundido en el medio local, se mencionan en este numeral algunas consideraciones particulares que deben tenerse en cuenta para su instalación. En el numeral 5.3.9 se describen brevemente las especificaciones mínimas de fabricación. Las varillas a utilizar deberán tener como mínimo una longitud de 2,4 m y un diámetro de 12,7 mm y se deben enterrar de forma tal que queden totalmente en contacto con el terreno; en caso de que por la naturaleza del terreno sea imposible hacer el enterramiento en forma vertical, se enterrarán en forma oblicua, con un ángulo de inclinación no mayor de 45° con respecto a la vertical o se enterrarán horizontalmente en una zanja que tenga por lo menos 0,76 m de profundidad.

La conexión con el conductor, en caso de quedar enterrada, deberá realizarse utilizando un sistema de soldadura tipo exotérmica o mediante el uso de un conector de presión especificado para tal uso; de todas formas deberá garantizarse la continuidad, mínima resistencia y duración de la conexión, sin alteración de las condiciones iniciales; no se permitirá la utilización de conectores de tornillo o grapas, para este tipo de conexión.

En caso de que se utilicen conectores de tornillo o grapas para la unión del conductor con la varilla, la conexión, y en consecuencia el extremo superior de la varilla, no podrá quedar enterrada, de tal forma que se permita la realización de labores periódicas de inspección y mantenimiento a la conexión. En caso de requerirse, por las circunstancias de la obra civil, se deberán construir pozos de inspección con tapa removible dentro de los cuales quede la conexión.

Los elementos de la soldadura exotérmica, conectores de presión, abrazaderas, conectores de tornillo u otros accesorios utilizados para la puesta a tierra, deben estar aprobados para uso general sin requerir protección o deben protegerse contra daños materiales o circunstancias que alteren su adecuada operación, si no lo están.

5. ESPECIFICACIONES MINIMAS DE MATERIALES

5.1 GENERALIDADES

Los materiales y elementos mencionados en este manual deben estar homologados, cumplir con las Normas NTC correspondientes, o con las normas internacionales similares, como las mencionadas en el numeral 2.3.

En particular, deberán estar de acuerdo con lo especificado en la Norma NTC 2050, Código Eléctrico Nacional.

No es el objeto de este capítulo establecer las especificaciones de fabricación de un determinado artículo o material utilizado en una instalación eléctrica. El propósito aquí es mencionar algunos parámetros que den al instalador o al propio usuario, elementos para reconocer un determinado artículo o material y juzgar si cumple con los requisitos mínimos para el uso que se le va a dar.

5.2 NORMAS COMPLEMENTARIAS

Además de la Norma NTC 2050, son también de aplicación en este documento las siguientes Normas NTC:

- 189 Bombillas eléctricas de filamento de tungsteno para uso general
- 307 Electricidad. Cables concéntricos de cobre duro, semiduro y blando, para usos eléctricos.
- 911 Alambres conductores y cables para usos eléctricos. Terminología y definiciones.
- 979 Tubos de policloruro de vinilo (PVC) rígido para alojar y proteger conductores eléctricos.
- 1099 Conductores unipolares aislados con material termoplástico PVC
- 1337 Interruptores para instalaciones eléctricas de alumbrado
- 1630 Plásticos. Tubos de policloruro de vinilo (PVC) rígido para ductos de comunicación y redes eléctricas subterráneas.

- 1650 Electricidad. Clavijas y tomacorrientes para uso general doméstico
- 2116 Equipo de maniobra y control de baja tensión. Parte 1. interruptores automáticos.
- 2958 Electricidad. Cajas para instalación de medidores de energía eléctrica

5.3 CONDUCTORES

5.3.1 Generalidades y clasificación

Todos los conductores deben cumplir con los ensayos a los cuales se refiere la Norma NTC 1099, aplicable a sistemas con tensiones inferiores a 600 V entre fases.

El aislamiento termoplástico mencionado en este documento es un compuesto sintético cuyo elemento básico es el cloruro de polivinilo (PVC) o un copolímero de cloruro de vinilo y acetato de vinilo.

Básicamente los aislantes termoplásticos más empleados son:

- El denominado clase T, que es un aislante no inflamable y de uso para casos en que la temperatura no supere los 60°C.
- El clase TW, resistente a la humedad, no inflamable y de uso permitido si no se somete a temperaturas mayores de 60°C.
- El clase THW, resistente al calor y a la humedad, no inflamable y de uso permitido si no se somete a temperaturas mayores de 75°C.
- El clase THWN, resistente al calor y a la humedad y de uso permitido cuando no esté sometido a una temperatura superior a 75°C. Posee cubierta de nylon.

5.3.2 Elemento conductor

El conductor debe estar conformado como alambre o como cable, cableado clase B, de cobre blando, ver Figura 5.1. Se define como cableado clase B al usado como conductor aislado cuando se requiere mayor flexibilidad que la del conductor desnudo

usado en líneas aéreas (clase A). La clasificación de cables concéntricos de cobre duro, semiduro y blando para usos eléctricos se encuentra en la Norma NTC 307. El cobre utilizado debe tener una pureza mínima del 99,9%.

Ningún conductor sólido o cableado debe ser menor del calibre $0,81 \text{ mm}^2$ (es decir, debe ser igual o superior al calibre N° 20 AWG). Pero para efectos de este manual, en lo referente a potencia, el calibre mínimo a utilizar debe ser el $1,6 \text{ mm}^2$ (N° 14 AWG).

Los diámetros de los conductores sólidos y las secciones transversales de los conductores cableados, así como el número de alambres que conforman estos últimos deben estar de acuerdo con las tablas contenidas en las Normas NTC 307 y 1099. La Tabla 5.1 es un resumen del contenido de esas tablas, relacionado con los conductores que se mencionan en este manual. Para el diámetro se acepta una tolerancia del 1 %. Debe considerarse que los conductores deben ser de diámetro constante en toda su longitud.

Todos los alambres de un conductor cableado deben tener el mismo diámetro y deben estar dispuestos en capas concéntricas sucesivas en torno al alambre central, tal como se ilustra en la Figura 5.1.

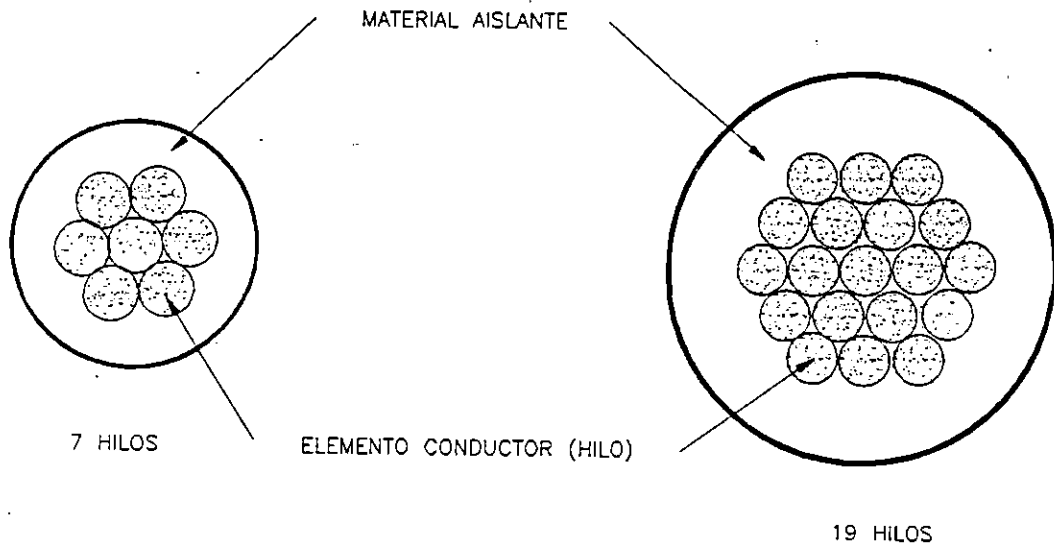
La resistencia de un conductor a la corriente continua expresada en Ω/km a una temperatura de 20°C , no debe ser mayor a la especificada en las tablas de la Norma NTC 1099, con una tolerancia del 2%.

5.3.3 Elemento aislante

Cada clase de aislante termoplástico debe ser de material homogéneo, firme, denso, resistente y flexible. Debe estar aplicado directamente sobre la superficie del conductor de tal forma que cubra totalmente el metal conductor.

El aislante, que deberá tener una sección circular, deberá estar colocado concéntricamente sobre el conductor y estar adherido firmemente a él. Si el termoplástico está aplicado en varias capas, todas las capas adyacentes deben ser concéntricas y deben formar una masa compacta.

En la Tabla 5.1 está indicado el espesor nominal del aislamiento, para los calibres de conductores más utilizados en instalaciones interiores; en la práctica, el espesor del aislamiento deberá ser como mínimo, el 90% del espesor nominal requerido.



CONDUCTORES CONCENTRICOS (CABLEADOS)

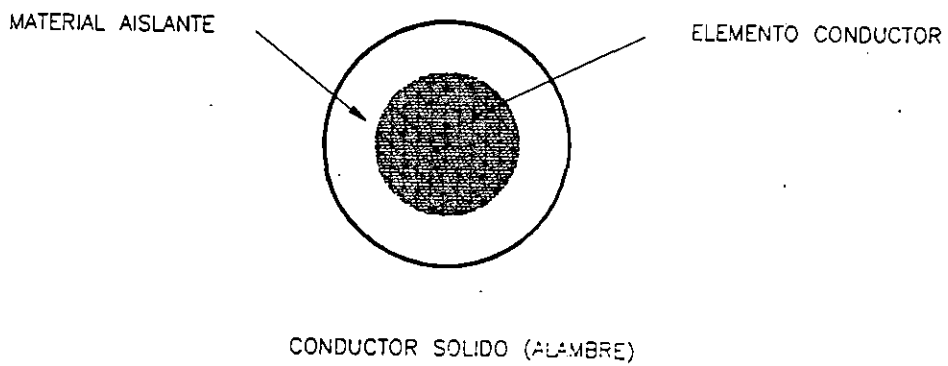


Figura 5.1. Configuración de los conductores.

El aislante debe ser retardante a la llama; no debe mantener la combustión ni propagar la llama ni durante, ni después de que ella esté presente.

El aislante debe estar fabricado de forma tal que para tensiones inferiores a un valor determinado, no se presenten fallas en él. Deberá tener una resistencia de aislamiento, a temperatura ambiente y a temperatura nominal, no menor que la especificada en la Norma NTC 1099.

5.3.4 Marcación o identificación de los conductores

Todos los conductores deberán estar marcados de fábrica con la siguiente información.

- Tensión máxima de funcionamiento para la cual ha sido aprobado
- Las letras apropiadas según el tipo de aislamiento del alambre o cable
- El nombre o distintivo mediante el cual se puede identificar fácilmente al fabricante u organización responsable del producto.
- El calibre (en mm² o sistema AWG)

Los conductores (alambres y cables) mono ó multipolares con aislante de caucho o termoplástico deben estar identificados con marcas permanentes en su superficie a intervalos no mayores de 0,60 m.

5.4 TUBOS Y TUBERIAS

A continuación, se presentan las principales características de fabricación de los tubos y tuberías comúnmente utilizados en la construcción de las instalaciones eléctricas objeto de este manual. Las condiciones de instalación y el nombre con el cual se conoce comúnmente cada una de ellas, está indicado en el capítulo 4

5.4.1 Tubo metálico

Este tubo, que puede ser del tipo rígido (o pesado) o del tipo intermedio (o liviano), es un tubo al cual después de cortarse en el proceso de fabricación, se le a aplicado un procedimiento de roscado en sus extremos; así mismo permite el roscado y doblado en el campo mediante el uso de las herramientas adecuadas.

Los tubos fabricados en materiales ferrosos o no ferrosos, deberán tener una longitud normalizada de 3 m, incluyendo su unión; su interior debe ser completamente liso y sin rugosidades. Su acabado exterior podrá ser, para el caso de los fabricados en acero, en pintura o galvanizado dependiendo del tipo de aplicación o condiciones del medio en el cual van a instalarse.

Si son de material no ferroso resistente a la corrosión, deben llevar marcas adecuadas. Además deben estar clara y permanentemente identificados.

5.4.2 Tubo rígido no metálico

Este es un tubo de plástico, generalmente PVC, rígido, retardante a la llama, resistente a los químicos atmosféricos, a la humedad, a los impactos y a deformación por calor. La unión a los accesorios, a las cajas y los empalmes se hace con solventes y pegantes apropiados, especificados para este fin.

Debe tener una marca permanente, clara y durable, por lo menos cada 3 m. El tipo de material debe estar también incluido en la marca, a menos que sea identificable a la vista. Para el tubo rígido no metálico admitido para uso no subterráneo (el de PVC), estas marcas serán permanentes; si es para uso subterráneo, dichas marcas serán lo suficientemente durables para permanecer legibles hasta que el material esté instalado. El espesor de los tubos debe ser uniforme y no debe ser inferior, para cada diámetro respectivo, al indicado en la Norma NTC 1630, para el caso de los tubos de PVC.

5.4.3 Tubería eléctrica metálica

Es una canalización de sección circular uniforme, también denominada tubería eléctrica liviana o EMT, construida con material ferroso o no ferroso que se acopla mediante accesorios prefabricados para instalación por medio de tornillos que hacen presión sobre la tubería, ya que esta tubería no permite el roscado.

Los tramos rectos de tubería deberán tener una longitud normalizada de 3 m.

Tanto la tubería como las curvas prefabricadas, deben tener una sección circular uniforme y su interior estará libre de rugosidades.

La tubería deberá tener un acabado exterior tal que permita a lo largo del tiempo, diferenciarla del tubo metálico rígido después de la instalación. Además dicho tratamiento debe garantizar una gran durabilidad. Para el caso de las tuberías de acero fabricadas en el medio local, el acabado exterior es galvanizado.

5.4.4 Tubería eléctrica no metálica

Es una canalización construida en PVC retardante a la llama, resistente a la humedad y los químicos, de sección circular, flexible y corrugada, con accesorios integrados o asociados.

Debe estar especificada claramente la temperatura para la cual está diseñada; no debe instalarse a temperaturas superiores a 50°C.

El material debe ser homogéneo a través de la pared y uniforme en color y densidad. La superficie debe estar exenta de grietas, fisuras, perforaciones o incrustaciones de material extraño o defectos que puedan dañar los conductores. Deberá cumplir con los requisitos y ensayos estipulados en las Normas NTC 979 y NTC 1630. En la Figura 5.2 se ilustra un tramo de esta tubería.

5.4.5 Tubería metálica flexible

Como su nombre lo indica, es un tipo de canalización metálica, flexible, de sección circular, impermeable y desprovista de chaqueta exterior, la cual es utilizada para ciertas aplicaciones específicas, particularmente en las señaladas en los artículos 300-22 (b) y (c) del Código, relacionados con el cableado por ductos, plenums y otros espacios para el manejo de aire acondicionado, pues al no estar dotada de cubierta exterior, previene que en caso de incendio puedan introducirse a los recintos, a través de los sistemas de ventilación, gases tóxicos de combustión, como pudiera ocurrir con otras tuberías flexibles impermeables, tales como el tubo metálico flexible hermético a los líquidos. Igualmente es muy utilizada como canalización de los conductores derivados para la alimentación de los artefactos de alumbrado, desde las cajas de conexión correspondientes.

5.4.6 Tubo metálico flexible

A diferencia de la tubería metálica flexible, el tubo metálico flexible es una canalización no hermética, pues está construida mediante un proceso de arrollamiento

helicoidal de fleje metálico. Este tubo es básicamente la cubierta de un cable armado y se ilustra en la Figura 5.3 (ver sección 333 de la Norma NTC 2050).

5.4.7 Tubo metálico flexible hermético a los líquidos

Este tipo de tubo, extensivamente utilizado en aplicaciones industriales, es simplemente un tubo metálico flexible recubierto con una chaqueta no metálica hermética a los líquidos y resistente a los rayos del sol, el cual está especialmente indicado para utilización en sitios húmedos o expuestos a vapores o aceites minerales, con una temperatura no mayor de 60°C. No está aprobado para utilización en sitios donde esté expuesto a gasolina o a cualquier otro solvente similar que pueda atacar su cubierta, a menos que esté identificado expresamente para ello. En la Figura 5.4 se ilustra un tramo de este tubo.

5.4.8 Tubo no metálico flexible hermético a los líquidos

Es una canalización de sección circular de cualquiera de los siguientes tipos: Una superficie interior lisa, con una cubierta exterior independiente superpuesta y con anillos metálicos de refuerzo entre una y otra; un cuerpo integral con su superficie interior lisa y con un refuerzo metálico incorporado dentro de él; o una superficie corrugada, tanto externa como internamente, sin refuerzos metálicos incorporados.

Este tubo debe estar fabricado con materiales resistentes al fuego.

5.5 CAJAS

A continuación se presenta un resumen de las características mínimas de fabricación que deben tener las cajas utilizadas en una instalación eléctrica para las salidas, empalme o paso, según su uso, tanto metálicas como no metálicas.

5.5.1 Cajas metálicas

Las cajas y accesorios metálicos utilizados con ellas deberán ser resistentes a la corrosión o deberán estar galvanizados, esmaltados o recubiertos en forma apropiada tanto por fuera como por dentro para impedir la corrosión.

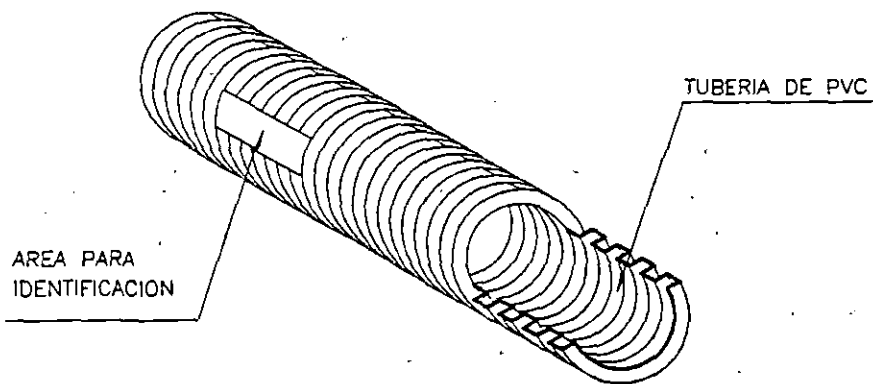


Figura 5.2. Tubería eléctrica no metálica.

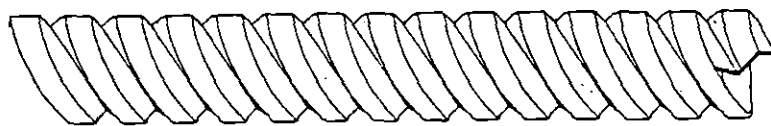


Figura 5.3. Tubo metálico flexible.

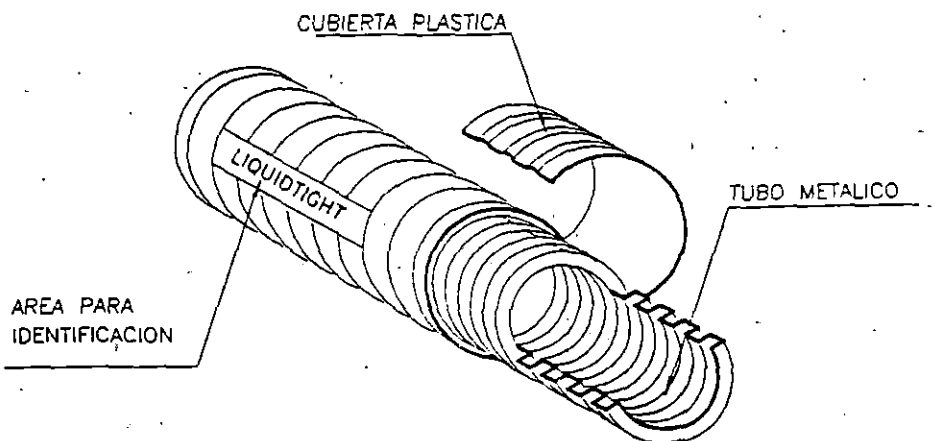


Figura 5.4. Tubo metálico flexible hermético a los líquidos.

Las cajas utilizadas en salidas para aparatos de alumbrado y tomacorrientes serán especialmente diseñadas para ese uso. En toda salida para uso exclusivo en alumbrado, la caja deberá estar fabricada de forma tal que pueda fijarse a ella el aparato de alumbrado.

Las cajas para salidas no tendrán una profundidad interior menor de 13 mm. Las cajas destinadas a contener artefactos de montaje a ras, tendrán una profundidad interior no menor de 24 mm.

Las chapas de acero para cajas y accesorios de un volumen no mayor de $1,6 \text{ dm}^3$ deberán tener un espesor no menor de 1,6 mm. La pared de una caja de hierro maleable y fundido o moldeado permanentemente fundido en aluminio, latón o bronce será de un espesor no menor de 2,4 mm. Otras cajas de metal fundido tendrán un espesor no menor de 3,2 mm.

Las cajas metálicas de volumen mayor de $1,6 \text{ dm}^3$ deberán protegerse por dentro y por fuera contra la corrosión. Su diseño y construcción será tal que asegure una amplia resistencia y rigidez. Si son construidos con láminas de acero, el espesor del metal no será menor de 1,5 mm.

Las tapas pueden ser de láminas planas de una sola pieza, aseguradas a las cajas por tornillos o pernos en lugar de bisagras. Las cajas que tengan tapas de esta forma se podrán utilizar solamente para contener empalmes de conductores o para facilitar el tiro de conductores y cables. No estarán destinadas para contener suiches, cortacircuitos, contactores u otros dispositivos de control.

Las tapas metálicas serán de un espesor no menor que el especificado para las paredes de las cajas o accesorios correspondientes del mismo material con las cuales estén diseñadas, o estarán recubiertas de material aislante sólidamente adherido de un espesor no menor de 0,8 mm.

Podrán utilizarse tapas de porcelana o de otro material aislante aprobado, si son de forma y de espesor tales que ofrezcan la protección y solidez requerida.

Deberá existir un medio para la conexión del conductor de tierra de los circuitos ramales, en cada caja metálica diseñada para ser utilizada en sistemas de canalizaciones no metálicas y de cables con cubierta no metálica.

5.5.2 Cajas no metálicas

Las cajas no metálicas con un volumen no mayor de $1,6 \text{ dm}^3$ podrán usarse exclusivamente en los siguientes casos: Instalaciones a la vista con los conductores sobre aisladores, instalaciones ocultas con los conductores sobre aisladores o en tubería, instalaciones con conductores con cubierta no metálica, con tubería eléctrica no metálica y con tubos rígidos no metálicos.

Las cajas no metálicas con un volumen mayor de $1,6 \text{ dm}^3$ podrán utilizarse con canalizaciones metálicas y cables con cubierta metálica. En este caso, se deberán proveer medios de unión integral entre todas las entradas roscadas.

Los soportes u otros medios de montaje para cajas no metálicas estarán fuera de la caja, o la caja deberá construirse de manera tal que impida el contacto entre los conductores y los tornillos de fijación.

Las cajas para salidas en las cuales se instalarán artefactos, estarán dotadas de fábrica de los receptáculos adecuados para los tornillos de fijación. El sistema y material de estos receptáculos deberá garantizar que no se altere su rosca con varias operaciones de instalación del artefacto.

Las cajas deberán estar fabricadas en un material resistente al impacto y autoextinguible y estarán aprobadas para su utilización en la aplicación que se les piense dar.

5.5.3 Identificación con marcas

Todas las cajas deben marcarse de manera visible y duradera con el nombre del fabricante o la marca registrada.

5.6 BANDEJAS PORTACABLES

Aunque el campo de aplicación de este manual es fundamentalmente el de las instalaciones residenciales, en las cuales está prohibido por la Norma NTC 2050 el uso de bandejas portacables, se incluye una descripción general de las principales especificaciones de fabricación, por considerar que pueden llegar a utilizarse en instalaciones industriales menores.

5.6.1 Definición

Un sistema de bandejas portacables, que incluye bandejas tipo escalera, bandejas tipo canal ventilado, bandejas de fondo sólido, canales y otras estructuras similares, es una unidad o conjunto de unidades o secciones y sus accesorios formando un sistema estructural rígido, usado para soportar conductores eléctricos. El sistema portacables estará conformado por las bandejas propiamente dichas y por los elementos complementarios, tales como: codos, curvas, derivaciones, cruces, reducciones, etc., de tal forma que se conforme un sistema integral mecánicamente continuo y uniforme.

5.6.2 Especificaciones básicas de fabricación

Las bandejas portacables son fabricadas generalmente en lámina metálica, pero se permite la utilización de bandejas no metálicas en áreas corrosivas y en aquellos casos en los cuales se requiera aislamiento de tensión.

Las bandejas deben tener una resistencia y rigidez suficientes para proporcionar el soporte adecuado para todo el cableado que van a contener. No deben presentar bordes cortantes, rebabas o salientes que puedan llegar a dañar el aislamiento o cubierta de los conductores y deberán estar dotadas de rieles laterales o elementos estructurales equivalentes, los cuales tendrán como mínimo una altura libre de 50 mm.

En el caso de las bandejas tipo escalera fabricadas en lámina de acero, ésta será del tipo de laminado en frío ("cold rolled"). El calibre de la lámina utilizada para su fabricación dependerá del tipo de bandeja, aplicación específica y ancho de la misma; sin embargo, el calibre mínimo permitido será el N° 20 USG para los rieles y el N° 18 USG para los peldaños.

Las bandejas tipo escalera deberán fabricarse en tramos rectos de 2,4 m de longitud y en anchos normalizados entre 0,1 y 0,6 m; la distancia máxima entre peldaños será de 0,25 m.

Según los requerimientos del medio en el cual se van a instalar las bandejas, ellas podrán tener un acabado en galvanizado o en pintura. En el primer caso, éste será del tipo de galvanizado en caliente, aplicado según la Norma NTC 2076; en el segundo caso, el tipo de pintura y sistema de aplicación dependerá fundamentalmente de las condiciones de la instalación.

5.7 APARATOS

5.7.1 Suiches o interruptores no automáticos

Un suiche o interruptor no automático, es el dispositivo de accionamiento manual capaz de conectar o desconectar la corriente eléctrica de un circuito de alumbrado o similar. Para efectos de este manual un suiche tendrá una corriente nominal de 30 amperios o menos y será apto para operar con tensiones no mayores de 300 voltios.

Los interruptores deben estar fabricados con materiales que garanticen un buen funcionamiento, durabilidad y diseñados de manera que cumplan con los requisitos establecidos en la Norma NTC 1337.

Su construcción debe ser tal que en condiciones normales de operación, las partes vivas no las alcance a tocar la persona que lo accione; la tapa que los cubre debe estar bien sujeta para que no se desplace ni se mueva de su sitio. Si se usa una caja metálica que contenga el mecanismo de operación, debe estar recubierta de material aislante, resistente al arco que se produce durante la operación. No debe desarrollarse cortocircuito o falla a tierra en el momento de producirse el arco en la operación.

Los accesorios conductores de corriente y los de montaje deben estar asegurados sólidamente y su movimiento debe estar restringido de forma que no perjudique el funcionamiento. En lo posible, no deben estar asegurados con tornillos o remaches, ni fabricarse con materiales aislantes tales como resinas sintéticas, las cuales pueden contraerse. En caso de usarlas, deben tomarse precauciones especiales para que no se produzcan fallas en los contactos de unión si el material aislante se contrae.

El número de hilos efectivos de la unión roscada de los tornillos terminales no debe ser inferior a dos y el espesor de la lámina en la cual se rosca no debe ser inferior a 0,75 mm.

Los terminales para conexión de alambres o cables deben ser tales que éstos se puedan conectar apropiadamente. Cuando se utilicen los tornillos para asegurar el alambre o el cable con su cabeza, deben ser tornillos para metal, de cabeza cilíndrica ranurada con la parte inferior de la cabeza diseñada de forma que permita asegurar firmemente el conductor. El tornillo debe ser el apropiado para la corriente nominal que maneja el equipo.

Los tornillos terminales no se deben utilizar para fijación de otras partes, a menos que estén provistos de un medio que no permita que se afloje la unión de estas partes mientras se conecta o desconecta un alambre o cable.

Los terminales de los interruptores de 3 y 4 vías deben marcarse claramente para evitar conexiones erróneas de los conductores.

Los aisladores para soportar los accesorios conductores de corriente deben ser de porcelana, resinas fenólicas, resinas úricas o materiales similares altamente no higroscópicos, resistentes al calor y no inflamables. El material del dispositivo de operación manual debe cumplir con los requisitos de la Norma NTC 1337.

Los materiales aislantes deben tener propiedades eléctricas, mecánicas y térmicas adecuadas para el uso que se les va a dar.

Los accesorios conductores de corriente por resorte deben ser de cobre-berilio, cobre-titanio, bronce fosforado o latón duro. Otros accesorios conductores de corriente deben ser de cobre, aleaciones de cobre, plata o aleaciones de plata.

Los tornillos terminales deben ser de latón. Los que no están destinados a soportar directamente el paso de la corriente pueden ser de acero cobrizado o cincado.

Las distancias entre los huecos de anclaje a la caja deben estar de acuerdo con lo especificado en la Norma NTC 1337.

Las distancias de aislamiento no deben ser menores de 3 mm, exceptuando las partes metálicas fijas sobre las cuales no haya peligro de depósitos de limaduras de metal, donde la distancia puede ser hasta de 1,5 mm, excepto en los puntos de conexión de los conductores.

5.7.2 Tomacorrientes y clavijas

Se entiende por tomacorriente al dispositivo de contacto tipo hembra instalado en una salida para que un equipo se conecte a él; y por clavija, al dispositivo de contacto terminal tipo macho de un equipo, a través del cual éste se alimenta del tomacorriente.

Este numeral cubre las clavijas (enchufes), tomacorrientes, tomas múltiples (de varias salidas), tomacorrientes a prueba de agua que no sean de usos especiales y tomacorrientes a prueba de inmersión.

Los valores nominales y la disposición de polos deben ser los especificados en la Norma NTC 1650 y los elementos deben estar fabricados con materiales que cumplan con los requisitos establecidos en dicha norma.

Los contactos hembra y macho deben estar fabricados y diseñados de tal forma que garanticen una correcta conexión eléctrica.

Su construcción debe ser tal que en condiciones normales de servicio las partes vivas no las alcance a tocar la persona que los opere. Las partes fijas como las metálicas conductoras y los accesorios del cuerpo, deben estar montadas firmemente de tal forma que no se aflojen en condiciones normales de servicio. El orificio de entrada de los cables o alambres no debe causar daños al aislamiento de los mismos.

En las clavijas y tomacorrientes desarmables, las partes de ensamble deben encajar perfectamente entre sí, asegurando su montaje.

Los terminales y tornillos terminales a los cuales se conecten los cables o alambres, deben estar construidos de manera que el calibre de los cables y alambres esté de acuerdo con la corriente nominal y puedan conectarse en forma apropiada.

Los tornillos terminales deben ser de bronce o latón; sin embargo, los tornillos diseñados para no soportar directamente el paso de corriente, pueden ser de acero cincado.

Los tornillos de fijación de los conductores no pueden servir para la fijación de otros elementos. En ningún caso un tornillo debe cumplir más de una función.

Las dimensiones de los tornillos terminales y de puesta a tierra deben ser los apropiados para manejar la corriente nominal del equipo.

Los aisladores para soportar los accesorios conductores de corriente deben ser de porcelana, de resinas fenólicas, de resinas úricas o de materiales similares no higroscópicos, resistentes al calor y no inflamables. Sin embargo, las clavijas y tomas aéreas pueden también fabricarse en caucho o en PVC duro, conservando las características anteriores.

Los accesorios metálicos conductores de corriente así como los remaches y similares que sean utilizados para la unión entre partes conductoras de corriente, deben ser de cobre o con aleaciones de cobre con un mínimo de 70% de cobre.

Los accesorios de puesta a tierra a los cuales se fijen los contactos (hembra o macho) de puesta a tierra y las partes metálicas de fijación de accesorios que no soporten el paso de la corriente, deben ser de metal inoxidable o de acero galvanizado electrolíticamente con un espesor mínimo de $3,8 \times 10^{-3}$ mm.

Las partes de resorte o aprisionamiento deben ser de acero, bronce fosforado o acero inoxidable.

Los tomacorrientes a prueba de lluvia, además de lo especificado anteriormente deberán cumplir con lo siguiente:

- Las aberturas para las entradas de conductores, para el montaje y en general para cualquier tipo de abertura en el cuerpo del enchufe, deben haberse diseñado de modo que no permitan la penetración de agua en el interior del elemento.
- El tomacorriente debe estar diseñado de forma que cuando no esté conectada una clavija, se impida el paso de agua a través de los agujeros de los contactos hembra por medio de una tapa o por cualquier método adecuado.

Los elementos a prueba de inmersión, además de lo especificado anteriormente deberán cumplir con lo siguiente:

- Su construcción debe ser tal que bajo condiciones normales de servicio se impida la penetración del agua en el interior del elemento.
- Al conectar la clavija en el tomacorriente, ésta debe asegurarse mediante una unión roscada o similar, en tal forma que no pueda retirarse mediante una simple tensión mecánica hacia afuera.
- El material usado como sellante debe ser caucho sintético o similar, resistente al envejecimiento y al deterioro. Los materiales metálicos expuestos al agua deben ser resistentes a la oxidación o previamente tratados con un método anticorrosivo.

5.7.3 Rosetas

La roseta o portalámpara es un equipo eléctrico que da soporte mecánico a una bombilla y continuidad eléctrica para que la bombilla pueda alimentarse de un circuito dado.

Salvo que se instalen a una altura no menor de 2,40 m por encima del piso, las rosetas, así como otros aparatos de alumbrado, no deberán tener partes activas normalmente descubiertas.

La cubierta exterior debe estar fabricada con material aislante; porcelana o material similar, no inflamable, resistente al calor y a la humedad.

El casquillo debe estar fabricado de forma que garantice un contacto eléctrico óptimo con el casquillo de la bombilla que alberga. Debe tener el tamaño apropiado para las dimensiones de las bombillas indicadas en la Norma NTC 189.

La parte roscada y el contacto central deben estar contruidos de material no ferroso y similar al material del casquillo de la bombilla, de modo que su contacto no propicie la acción galvánica.

La parte externa del casquillo y la cabeza deben tener un revestimiento de material aislante que impida que una persona se ponga en contacto con ellas, al instalar la bombilla. El revestimiento debe prevenir que cualquier parte de la base de la bombilla que transporte corriente quede descubierta cuando esté colocada.

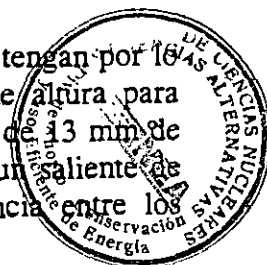
No deben instalarse rosetas con fusibles ni rosetas desarmables en las que pueda cambiarse la polaridad.

Las rosetas empleadas en lugares húmedos o mojados deben ser aprobadas y estar marcadas para instalación a la intemperie.

La capacidad de las rosetas será como mínimo de 660 vatios, su tensión nominal de 250 voltios y su corriente nominal de 6 amperios como mínimo.

Las rosetas para instalaciones a la vista estarán provistas de bases que tengan por lo menos dos orificios para los tornillos de soporte, tendrán suficiente altura para mantener los conductores y terminales a, por lo menos, una distancia de 13 mm de la superficie sobre la cual está hecha la instalación y dispondrán de un saliente de material aislante debajo de cada terminal para evitar que la distancia entre los conductores y la superficie de tendido llegue a ser menor de 13 mm.

Las rosetas para uso con cajas o canalizaciones tendrán bases suficientemente altas para mantener los conductores y terminales al menos a 10 mm de la superficie de tendido.



5.8 INTERRUPTORES AUTOMATICOS

Este es un dispositivo diseñado para abrir y cerrar un circuito por medio manual o electromecánico y que adicionalmente abre el circuito automáticamente al presentarse una sobrecorriente predeterminada, sin dañarse cuando se usa de manera adecuada dentro de sus capacidades nominales.

Los interruptores automáticos a los cuales hace referencia este manual deben estar capacitados para operar bajo las siguientes condiciones:

- La temperatura ambiente no debe exceder $+40^{\circ}\text{C}$ y su promedio en un período de 24 horas no debe exceder $+35^{\circ}\text{C}$. El límite inferior es de -5°C .
- El aire del medio en el cual se instale debe ser limpio y su humedad relativa no exceder al 50% a una temperatura máxima de $+40^{\circ}\text{C}$; se pueden permitir humedades relativas superiores a menores temperaturas (por ejemplo 90% a $+20^{\circ}\text{C}$).

Los materiales aislantes utilizados para la fabricación del interruptor deben ser aptos para la aplicación particular y capaces de soportar los ensayos apropiados, especificados en la Norma NTC 2116. Deben ser materiales resistentes a la temperatura y a la humedad y retardantes a la llama.

La presión de contacto en conexiones fijas no debe transmitirse a través del material aislante, exceptuando la cerámica o cualquier otro con características no menos aptas, aunque las partes metálicas tengan suficiente elasticidad para compensar cualquier contracción del material aislante.

Los interruptores automáticos tendrán medios para indicar sus posiciones de cerrado o abierto en el punto de accionamiento. Los símbolos usados son:

Cerrado	Abierto
1	0
ON	OFF
SI	NO

Las distancias de separación y de fuga deben ser tan grandes como sea práctico y las de fuga deben tener, de ser posible, relieves para interrumpir la continuidad de depósitos conductores que se puedan formar.

Los bornes deben estar contruidos de tal forma que los conductores puedan conectarse mediante tornillos o medios equivalentes para asegurar que la presión de contacto requerida se mantenga permanentemente. Deben estar diseñados para sujetar el conductor entre superficies metálicas con suficiente presión de contacto y sin causar daño al conductor.

Los bornes no deben permitir el desplazamiento de los conductores, ni de ellos mismos, que pueda afectar la operación o el aislamiento (por reducción de distancias) del interruptor.

Los bornes para la conexión de conductores externos deben estar localizados en forma accesible.

Las cubiertas deben estar dispuestas de tal manera que en su interior haya suficiente espacio para acomodar los conductores externos, desde el punto de entrada hasta sus bornes.

Las partes móviles deben estar aseguradas firmemente a las fijas con medios que no puedan soltarse fácilmente a causa de la operación del aparato.

5.9 GABINETES PARA MEDIDORES

Las cajas o gabinetes para los medidores deberán estar fabricados en lámina de acero, en fibra de vidrio, o en materiales sintéticos no higroscópicos y anti-inflamables (auto-extinguibles). No deberán ser de madera.

Todos los elementos utilizados como tornillos, tuercas, arandelas, bisagras, etc., deben estar galvanizados, iridizados o cromados.

5.9.1 Lámina de acero

Si se emplea lámina de acero, ésta debe estar elaborada con el proceso de estirado en frío ("cold rolled") y debe someterse a un tratamiento de desoxidación, limpieza, desengrase y fosfatizado antes de proceder a la aplicación de la pintura. Después de este tratamiento el gabinete deberá pintarse y protegerse de modo que se garanticen las características de tropicalización. El calibre de la lámina deberá ser como mínimo el N°18 USG (1,27 mm), como lo especifica la Norma NTC 2958.

5.9.2 Otros materiales

Si se utilizan materiales sintéticos o fibra de vidrio para la construcción de los tableros, los materiales deben tener además las siguientes características:

- Alta resistencia al impacto
- Auto-extinguible
- No higroscópico
- Baja degradación
- Resistencia a la deformación por temperatura
- Excelentes propiedades dieléctricas

Los gabinetes así construidos deben ser autosoportantes, rígidos y no deben presentar desajustes durante su transporte e instalación y deben cumplir con todos los requisitos, dimensiones, propiedades y características de los fabricados con lámina de acero.

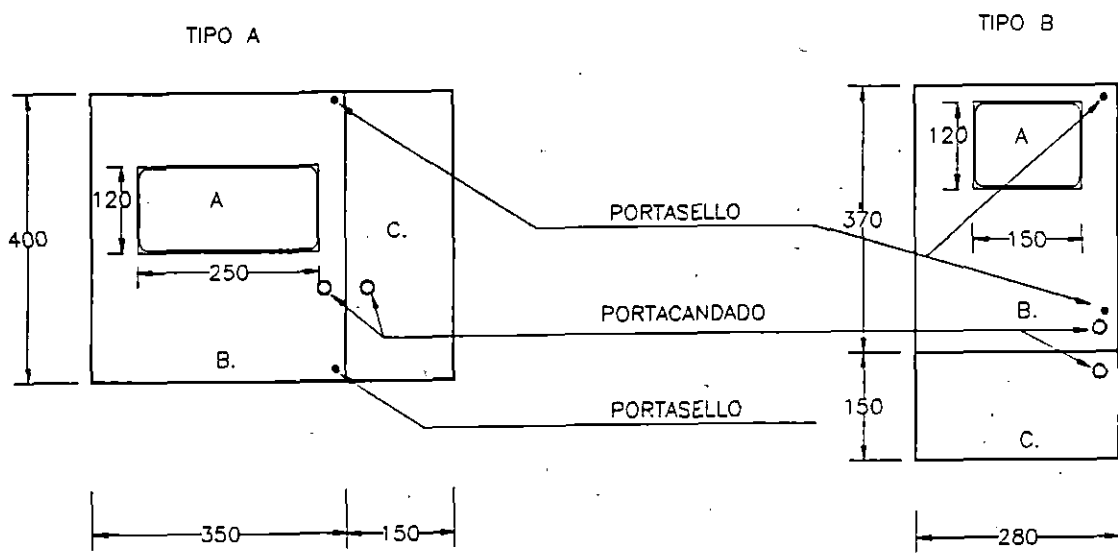
5.9.3 Estructura

Los gabinetes deben construirse de modo que formen una estructura completamente rígida e indeformable.

Deben tener firmemente adherido a su fondo, una lámina de madera tipo tablex inmunizado o similar, de 20 mm de espesor mínimo o una lámina ("doble fondo") del mismo material en el que esté fabricado el gabinete, para permitir el posterior montaje de los medidores.

Debe tener en sus paredes el pre-troquelado ("knock out") para el paso de los conductores. En los gabinetes para un solo medidor, cada pared debe tener como mínimo una perforación de 50,8 mm y una perforación de 25,4 mm.

Las dimensiones mínimas de la caja para un medidor, según Norma NTC 2958, se muestran en la Figura 5.5.



- A. VENTANILLA DE INSPECCION
- B. COMPARTIMIENTO PARA EL MEDIDOR
- C. COMPARTIMIENTO PARA EL DISPOSITIVO DE PROTECCION.

PROFUNDIDAD : TIPO A: 200mm
TIPO B: 190mm

NOTAS: TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN MILIMETROS

Figura 5.5. Dimensiones mínimas de una caja de contadores para un solo medidor. (Norma NTC 2958).

5.9.4 Grado de protección

Las cajas para los medidores de energía deben estar protegidas contra cuerpos sólidos de diámetro o espesor superior a 2,5 mm y contra agua que cae en forma de lluvia con un ángulo inferior o igual a 60° respecto a la vertical (grado de protección IP-33 según Norma IEC 529).

5.9.5 Puertas

Las puertas de los gabinetes deben estar construidas en lámina estirada en frío. Sólo deben abrir en sentido lateral mínimo 120° y deben tener una tiradera que facilite su accionamiento. Las bisagras deben ser galvanizadas, iridizadas, cromadas, niqueladas o deben fabricarse en acero inoxidable, bronce o aluminio, suficientemente fuertes para asegurar rígidamente la puerta de la estructura y deben instalarse sin que pierdan el recubrimiento protector.

Las puertas deben estar provistas de un vidrio, preferiblemente de seguridad, de 4 mm de espesor, instalado de tal forma que no pueda retirarse desde el frente, poseer portacandado y medios que permitan el sellado de la caja por parte de la empresa de servicios.

En los gabinetes que alojan varios medidores cada puerta debe tener mínimo dos bisagras y dos portasellos por puerta. Sobre la puerta debe remacharse una placa de plástico con la siguiente inscripción en letras bajo relieve de mínimo 10 mm de alto: USO EXCLUSIVO (aquí el nombre de la empresa de servicios).

También sobre la puerta se debe remachar otra placa similar con letras de mínimo 3 mm de altura con la siguiente información:

- Nombre del fabricante
- Número de serie de fabricación
- Dirección de la fábrica
- Fecha de fabricación
- Cualquier señal descriptiva que identifique la empresa responsable del producto.

5.9.6 Puesta a tierra

Todo gabinete debe tener soldado en su base inferior un tornillo de 9,5 mm por 19,1 mm con su tuerca, el cual servirá como terminal de puesta a tierra.

A una distancia no mayor de 60 mm del tornillo, sobre la base de la caja, debe existir una abertura de 19,1 mm de diámetro, libre de rebabas y filos, dotada de boquilla para facilitar el paso del conductor que se conectará al electrodo de puesta a tierra.

5.10 TABLEROS DE DISTRIBUCION

Se refiere este numeral a las especificaciones mínimas de fabricación que deben tener los gabinetes de los tableros de distribución, en los cuales se instalarán los interruptores para protección de los circuitos ramales.

5.10.1 Lámina

La lámina debe ser de acero, fabricada con el proceso de estirado en frío y debe ser como mínimo calibre N° 18 USG para la caja y N° 20 USG para la tapa.

Debe aplicarse el mismo tratamiento de pintura y tropicalización dado a los gabinetes de medida (numeral 5.3.7.1) y garantizarse que el material tenga las mismas características que el especificado para éstos.

5.10.2 Estructura

Deben tener una estructura completamente rígida y autosoportada. El proceso de elaboración debe garantizar protección contra la corrosión en bordes y uniones.

No deben tener ningún tipo de acabado con esquinas cortantes o rebabas que puedan causar daños en el revestimiento de los conductores.

Las paredes deben tener pretroquelados ("knock-outs") para el paso de los tubos de la canalización eléctrica y la tapa debe tener pretroquelados (ventanas) para los interruptores que puedan removerse fácilmente dependiendo del circuito a utilizar, o incluir tapas plásticas de fácil remoción, para retirar de acuerdo con la cantidad de circuitos que se utilicen o reponer en caso de necesidad.

La tapa también debe ser de fácil remoción, de modo que el cambio o reparación de cualquier componente interno se pueda hacer con seguridad, facilidad y rapidez. En la puerta debe proveerse el medio adecuado para identificación de los circuitos.

5.10.3 Barras

Deberán fabricarse en platinas de cobre electrolítico, con una capacidad de corriente nominal de acuerdo con la aplicación específica.

Las barras deben estar rígidamente montadas y colocadas de forma que no corran peligro de daño ni de sobrecalentamientos por efectos inductivos.

Las barras de un tablero trifásico deberán disponerse de forma que, mirando el tablero de frente, la secuencia de fases sea A, B, C del frente hacia atrás, de arriba hacia abajo o de izquierda a derecha.

Adicionalmente a las barras para las fases, se deberá instalar barras independientes para el neutro y para la tierra. La barra para el neutro será aislada, irá montada en la parte inferior del tablero, estará dotada de las terminales o tornillos necesarios para la conexión de los conductores de neutro, tanto de acometida como de cada uno de los circuitos ramales, y tendrá como mínimo una capacidad de corriente igual al 50% de la capacidad de las barras para las fases. Los gabinetes serán puestos a tierra de la forma especificada en la sección 250 o el artículo 384-3 (c) de la Norma NTC 2050; se proveerá y colocará dentro del gabinete, una barra terminal aprobada como conductor de puesta a tierra del equipo, para la conexión de todos los conductores de puesta a tierra de los alimentadores y de los circuitos ramales, cuando el tablero se usa con canalizaciones no metálicas o cuando existan conductores separados de puesta a tierra. La barra deberá estar conectada físicamente a la estructura del tablero y deberá tener los terminales o tornillos necesarios para la conexión de todos los conductores de puesta a tierra.

5.10.4 Espacio y separaciones mínimas

El espacio para curvatura de los conductores y acomodamiento de los mismos en el tablero deberá cumplir con lo especificado en el artículo 384-25 de la Norma NTC 2050.

Las separaciones mínimas entre componentes del tablero deberán ser las indicadas en el artículo 384-26 de la Norma NTC 2050.

5.11 VARILLA DE TIERRA

Conocida generalmente como varilla "copperweld" debe fabricarse de cobre compacto ligado molecularmente a un núcleo de acero de alta resistencia mecánica.

El revestimiento de cobre debe estar hecho por deposición electrolítica ("electrodepositada") de acuerdo con la Norma UL-467. El espesor medio debe ser de 0,25 mm.

Como se anotó en el capítulo 4, debe tener una longitud de 2,4 m como mínimo y un diámetro no menor de 12,7 mm. Debe ser uniforme en toda su longitud, con una tolerancia en paralelismo de 0,83 mm/m.

5.12 ACCESORIOS

Todos los accesorios empleados para la construcción de instalaciones eléctricas deben estar aprobados para cada uso particular que se les dé. Deben ser apropiados para las condiciones ambientales de la instalación tales como humedad, abrasión, corrosión, acidez, alcalinidad, hongos, etc.

5.12.1 Cintas aislantes

La cinta para aislar cables, alambres y conexiones eléctricas de baja tensión (menores de 600 V) debe quedar firmemente adherida al elemento donde se coloque.

Debe tener un espesor tal que garantice rigidez dieléctrica sin causar abultamientos considerables en la instalación. Debe acomodarse en forma apropiada a las superficies donde se instale.

En general debe ser adhesiva, de buena elongación, resistente a la tensión, autoextinguible y resistente a los efectos causados por la corrosión del cobre.

5.12.2 Curvas, uniones y adaptadores

Deben ser de material similar al usado para la canalización recta. Estarán diseñados y fabricados de tal forma que se adapten fácilmente a las otras piezas de la canalización, conformando un conjunto homogéneo y uniforme.

Estos elementos no deberán reducir el área transversal de la canalización

Su acabado debe ser tal que no dañe el aislamiento de los conductores que contiene, ni cause heridas o molestias al personal que los instale.

5.12.3 Bornes terminales y conectores

Deben ser de cobre electrolítico de alta pureza. Deben tener la capacidad física (espacio) y eléctrica apropiadas para el conductor al cual se van a instalar. Su acabado debe ser tal que los haga resistentes a la corrosión y a la humedad.

Deben estar diseñados para aplicarles compresión con herramientas normalizadas o para aprisionamiento con tornillo, según sea el caso.

TABLAS

OBSERVACION GENERAL

LAS TABLAS CON NUMERACION CONSECUTIVA CORRESPONDIENTE AL CAPITULO EN EL CUAL SE MENCIONAN (TABLAS 4.1, 4.2, 4.3 Y 5.1) CONTIENEN INFORMACION PARCIAL RELACIONADA CON EL CAMPO DE APLICACION MANUAL, EXTRACTADA DE TABLAS GENERALES CONTENIDAS EN LA NORMA NTC 2050 U OTRAS NORMAS.

EL RESTO DE TABLAS TRANSCRITAS SE NUMERARON CON EL NUMERO ORIGINAL CON EL CUAL FIGURAN EN LA NORMA NTC 2050, PUES SON UNA COPIA FIEL DE LAS TABLAS RESPECTIVAS CONTENIDAS EN DICHA NORMA

Tabla 4.1. Capacidad de corriente de los conductores (A)

Instalación: Ductos y enterramiento directo

Tensión de servicio: 600V

Material conductor: Cobre

Temperatura ambiente: 30°C

CALIBRE AWG	TEMPERATURA EN EL CONDUCTOR TW (60°)			TEMPERATURA EN EL CONDUCTOR THW, THWN (75°C)		
	CONDUCTORES POR DUCTO			CONDUCTORES POR DUCTO		
	1 a 3	4 a 6	7 a 24	1 a 3	4 a 6	7 a 24
14	15	12	10	15	12	10
12	20	16	14	20	16	14
10	30	24	21	30	24	21
8	40	32	28	50	40	35
6	55	44	38	65	52	45
4	70	56	49	85	68	59
3	85	68	59	100	80	70
2	95	76	66	115	92	80
1	110	88	77	130	104	91
1/0	125	100	87	150	120	105
2/0	145	116	101	175	140	122
3/0	165	132	115	200	160	140
4/0	195	156	136	230	184	161
FACTOR DE CORRECCION PARA TEMPERATURA AMBIENTE						
31-40°C	0.82			0.88		
41-45°C	0.71			0.82		
46-50°C	0.58			0.75		
51-60°C	----			0.58		
61-70°C	----			0.35		

Tabla 4.2. Número máximo de conductores por ducto circular

Diámetro del tubo (pulgadas)		½	¾	1	1 ¼	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5	6
14	T, TW	9	15	25	44	60	99	142						
	THW	6	10	16	29	40	65	93	143	192				
	THWN	13	24	39	69	94	154							
12	T, TW	7	12	19	35	47	78	111	171					
	THW	4	8	13	24	32	53	76	117	157				
	THWN	10	18	29	51	70	114	164						
10	T, TW	5	9	15	26	36	60	85	131	176				
	THW	4	6	11	19	26	43	61	95	127	163			
	THWN	6	11	18	32	44	73	104	160					
8	T, TW	2	4	7	12	17	28	40	62	84	108			
	THW	1	3	5	10	13	22	32	49	66	85	106	133	
	THWN	3	5	9	16	22	36	51	79	106	136			
6	T, TW, THW	1	2	4	7	10	16	23	36	48	62	78	97	141
	THWN	1	4	6	11	15	26	37	57	76	98	125	154	
4	T, TW, THW	1	1	3	5	7	12	17	27	36	47	58	73	106
	THWN	1	2	4	7	9	16	22	35	47	60	75	94	137
3	T, TW, THW	1	1	2	4	6	10	15	23	31	40	50	63	91
	THWN	1	1	3	6	8	13	19	29	39	51	64	80	116
2	T, TW, THW	1	1	2	4	5	9	13	20	27	34	43	54	78
	THWN	1	1	3	5	7	11	16	25	33	43	54	67	97
1	T, TW, THW		1	1	3	4	6	9	14	19	25	31	39	57
	THWN		1	1	3	5	8	12	18	25	32	40	50	72
1/0	T, TW, THW		1	1	2	3	5	8	12	16	21	27	33	49
	THWN		1	1	3	4	7	10	15	21	27	33	42	61
2/0	T, TW, THW		1	1	1	3	5	7	10	14	18	23	29	41
	THWN		1	1	2	3	6	8	13	17	22	28	35	51
3/0	T, TW, THW		1	1	1	2	4	6	9	12	15	19	24	35
	THWN		1	1	1	3	5	7	11	14	18	23	29	42
4/0	T, TW, THW			1	1	1	3	5	7	10	13	16	20	29
	THWN		1	1	1	2	4	6	9	12	15	19	24	35

Tabla 4.3. Cajas de uso común¹

FORMAS	DIMENSIONES (pulgadas)	VOLUMEN (cm ³)	MAXIMO NUMERO DE CONDUCTORES ²			
			N°14	N°12	N°10	N°8
Cuadrada ²	4 x 4 x 2 1/8	497	15	13	12	10
Cuadrada	4 x 4 x 1 1/2	345	10	9	8	7
Redonda u octagonal	4 x 4 x 1 1/2	254	7	6	6	5
Rectangular	4 x 2 x 1 1/2	169	5	4	4	3
NOTAS: 1. Para otro tipo de cajas consultar la tabla 370-6a) de la NTC 2050 2. Tipo trifilar 50A. 3. Para combinaciones de estos calibres deberá aplicarse el volumen por calibre del siguiente cuadro. En general, la suma de los volúmenes requeridos por cada conductor no debe superar el volumen de la caja.						
VOLUMEN REQUERIDO POR CONDUCTOR						
CALIBRE DEL CONDUCTOR (AWG)			VOLUMEN (cm ³)			
14			33			
12			37			
10			41			
8			49			
6			82			

Tabla 5.1. Características Físicas de los conductores.

CALIBRE		CABLE CONCENTRICO				ALAMBRE SOLIDO		ESPESOR DEL AISLAMIENTO (mm)				
(mm)	AWG	cml	No. DE HILOS	Ø HILO (mm)	Ø TOTAL (mm)	AREA (mm ²)	Ø (mm)	AREA (mm ²)	T.TW	THW	THWN T	THWN N
1.6	14	4110	7	0.62	1.84	2.04	1.63	2.08	0.79	1.19	0.38	0.10
2.0	12	6530	7	0.78	2.32	3.24	2.05	3.31	0.79	1.19	0.38	0.10
2.5	10	10380	7	0.98	2.93	5.17	2.59	5.26	0.79	1.19	0.51	0.10
3.2	8	16510	7	1.23	3.70	8.24	3.26	8.37	1.19	1.59	0.76	0.13
4.1	6	26240	7	1.55	4.66	13.06	4.11	13.30	1.59	1.59	0.76	0.13
5.1	4	41740	7	1.96	5.88	20.78	5.19	21.15	1.59	1.59	1.02	0.15
6.5	2	66360	7	2.47	7.42	33.08	6.54	33.63	1.59	1.59	1.02	0.15
7.3	1	83690	19	1.69	8.43	41.66	7.35	42.41	1.98	1.98	1.27	0.18
8.2	0	105600	19	1.89	9.46	52.44	8.25	53.48	1.98	1.98	1.27	0.18
9.2	00	133100	19	2.13	10.60	66.19	9.27	67.43	1.98	1.98	1.27	0.18
10.4	000	167800	19	2.39	11.90	83.49	10.40	85.03	1.98	1.98	1.27	0.18
11.7	0000	211600	19	2.68	13.40	105.20	11.70	107.20	1.98	1.98	1.27	0.18

NOTAS: T - Termoplástico
N - Nylon

TABLA 220 - 2 (b)
Cargas de alumbrado general de acuerdo con el tipo de local

Tipo de local	Carga unitaria en vatios por m ²
Auditorios	10
Bancos	35**
Barberías, peluquerías y salones de belleza	30
Iglesias	10
Clubes y casinos	20
Tribunales	20
* Unidades de vivienda	30
Garajes comerciales	5
Hospitales	20
* Hoteles y moteles incluyendo apartamentos sin cocina	20
Inmuebles comerciales e industriales	20
Hospedajes	15
Inmuebles de oficinas	35**
Restaurantes	20
Escuelas	30
Tiendas	30
Depósitos	2.5
<p>Para los locales citados y con excepción de las viviendas unifamiliares y apartamentos individuales de viviendas multifamiliares, se aplicará lo siguiente:</p>	
Sala de reuniones y auditorios	10
Recibo, corredores y roperos	5
Espacios para almacenamiento	2.5

* Todos los tomacorrientes de 20A o menos pueden considerarse como salidas para iluminación general y no es necesario incluir carga adicional alguna para ellos, excepto los tomacorrientes de circuitos ramales dedicados sólo a artefactos pequeños incluyendo equipos de refrigeración.

** Cuando la cantidad real de tomacorrientes de uso general es desconocida, se incluirán 10W/m² adicionales por ese concepto.

TABLA 220 - 11
Factores de demanda para alimentadores de cargas de alumbrado

Tipo de local	Parte de la carga de alumbrado general a la cual se aplica el factor de demanda (Vatios)	Factor de demanda %
Unidades de vivienda	Primeros 3 000 W o menos	100%
	Los siguientes hasta 120 000 W	35%
	Exceso sobre 120 000 W	25%
* Hospitales	Primeros 50 000 o menos	40%
	Exceso sobre 50 000 W	20%
* Hoteles y moteles incluyendo los de apartamentos sin previsión para que los inquilinos cocinen	Primeros 20 000 W o menos	50%
	Los siguientes hasta 100 000 W	40%
	Exceso sobre 100 000 W	30%
Depósitos	Primeros 12 500 o menos	100%
	Exceso sobre 12 500 W	50%
Todos los demás	Vatios totales	100%

* Los factores de demanda de esta tabla no se aplicarán a la carga calculada de los alimentadores de las áreas de hospitales, hoteles y moteles donde todo el alumbrado pueda estar utilizado al mismo tiempo, como sucede en salas de operaciones, salas de baile y comedores.

TABLA 220 -19

Demandas nominales para cocinas eléctricas domésticas, hornos de pared,
cocinas empotradas y otros artefactos de cocinas domésticas con
demanda nominal mayor de 1 3/4 kW.

Se usará la columna A para todos los casos, con excepción
de lo indicado en la nota 3 de esta tabla

Número de artefactos	Factor de demanda (véase la nota 3)		
	Demanda máxima (véase las notas)	Columna B (menor de 3 1/2 kW nominales) %	Columna C (3 1/2 kW hasta 8 3/4 kW nominales) %
	Columna A (no mayor de 12 kW nominales) kW		
1	8	80	80
2	11	75	65
3	14	70	55
4	17	66	50
5	20	62	45
6	21	59	43
7	22	56	40
8	23	53	36
9	24	51	35
10	25	49	34
11	26	47	32
12	27	45	32
13	28	43	32
14	29	41	32
15	30	40	32
16	31	39	28
17	32	38	28
18	33	37	28
19	34	36	28
20	35	35	28
21	36	34	26
22	37	33	26
23	38	32	26
24	39	31	26
25	40	30	26
26 - 30	15 + 1	30	24
31 - 40	para cada cocina	30	22
41 - 50	25 + 3/4	30	20
51 - 60	para cada cocina	20	18
61 y más		30	16

Notas a la tabla 220-19.

Nota 1. Cocinas de más de 12 kW hasta 27 kW, todas de valores nominales iguales. Para las cocinas de más de 12 kW, pero de menos de 27 kW, la demanda máxima de la columna A se incrementará en un 5% para cada kW adicional o fracción importante que sobrepase 12 kW.

Nota 2. Cocinas de más de 12 kW hasta 27 kW, de valores nominales no iguales.

Para las cocinas de más de 12 kW y menos de 27 kW, pero de diferentes valores se calculará un valor medio sumando los valores nominales de todas las cocinas para obtener la carga total conectada (usando 12 kW para cada cocina de menos de 12 kW nominales) y dividiendo por el número total de cocinas, entonces se incrementará la demanda máxima de la columna A en un 5% para cada kW o fracción importante que sobrepase 12 kW.

Nota 3. Más de 1 3/4 kW, hasta 8 3/4 kW. Se permitirá que en lugar del método indicado para la columna A, se sumen los valores nominales de las placas de características de todas las cocinas de más de 1 3/4 kW, pero no mayores de 8 3/4 kW, y se multiplique la suma por el factor de demanda especificado en la columna B o C para el número dado de artefactos.

Nota 4. Carga de circuitos ramales. Se permitirá calcular la carga de un circuito ramal para una cocina de acuerdo con la tabla 220-19. La carga de un circuito ramal para un horno de pared o una cocina para empotrar, debe ser la demanda nominal indicada en la placa de características del artefacto. La carga de un circuito ramal para una unidad de cocina para empotrar y no más de dos hornos de pared, todos los alimentos por el mismo circuito ramal y ubicados en una misma pieza, se calculará sumando las demandas nominales de las placas de características de los artefactos individuales y considerando este total como si fuese el valor de una sola cocina.

Nota 5. Esta tabla es válida también para los artefactos de cocina de demanda nominal mayor de 1 3/4 kW que se utilizan para programas educacionales.

TABLA 220 - 20
Factores de demanda para alimentadores de equipos
de cocinas en locales distintos a las unidades de
vivienda

Número de equipos	Factores de demanda, %
1	100
2	100
3	90
4	80
5	70
6 y más	65

TABLA 220 - 30
Cálculo opcional para unidades de vivienda

Carga en kW o kVA	Factor de demanda %
La mayor de (véase art. 220-30 (c)):	
- Aparatos de aire acondicionado, incluyendo los compresores.	100
- Aparatos de calefacción central de ambiente incluyendo calefacción adicional intergral en bombas de calefacción.	65
- Menos de 4 unidades de calefacción de ambiente controladas por separado.	65
Más:	
- Primeros 10 kW de otras cargas.	100
- Para restantes de otra carga.	40

TABLA 220 - 32
Cálculo opcional. Factores de demanda para 3 ó más unidades de viviendas multifamiliar

No. de unidades de vivienda	Factores de demanda %
3 - 5	45
6 - 7	44
8 - 10	43
11	42
12 - 13	41
14 - 15	40
16 - 17	39
18 - 20	38
21	37
22 - 23	36
24 - 25	35
26 - 27	34
28 - 30	33
31	32
32 - 33	31
34 - 36	30
37 - 38	29
39 - 42	28
43 - 45	27
46 - 50	26
51 - 55	25
56 - 61	24
62 y más	23

TABLA 250 - 94
Conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas de corriente alterna

Calibre del conductor mayor de entrada de acometida o su equivalente para conductores en paralelo		Calibre del conductor del electrodo de puesta a tierra	
Cobre	Aluminio o aluminio con recubrimiento de cobre	Cobre	*Aluminio o aluminio con recubrimiento cobre
2 o menor	1/0 o menor	8	6
1 ó 1/0	2/0 ó 3/0	6	4
2/0 ó 3/0	4/0 ó 250	4	2
Mayor de 3/0 a 350 MCM	Mayor de 250 MCM a 500 MCM	2	1/0
Mayor de 350 MCM a 600 MCM	Mayor de 500 MCM a 900 MCM	1/0	3/0
Mayor de 600 MCM a 1 100 MCM	Mayor de 900 MCM a 1 750 MCM	2/0	4/0
Mayor de 1 100 MCM	Mayor de 1750 MCM	3/0	250 MCM

Cuando no hay conductores de entrada de acometida, el tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra será determinado por equivalencia con el tamaño del conductor de entrada de acometida que sería necesario para la carga a ser alimentada.

*Véanse las restricciones aplicables a las instalaciones señaladas en el art. 250-92 A).

TABLA 250 - 95
Calibre mínimo de los conductores de puesta a tierra para
canalizaciones y equipos

Capacidad nominal o ajuste del dispositivo automático de sobrecorriente ubicado antes del equipo, tubería, etc.	Calibre del conductor de puesta a tierra	
	No mayor de (amperios)	Alambre de cobre
15	14	12
20	12	10
30	10	8
40	10	8
60	10	8
100	8	6
200	6	4
300	4	2
400	3	1
500	2	1/0
600	1	2/0
800	0	3/0
1 000	2/0	4/0
1 200	3/0	250 MCM
1 600	4/0	350 MCM
2 000	250 MCM	400 MCM
2 500	350 MCM	600 MCM
3 000	400 MCM	600 MCM
4 000	500 MCM	800 MCM
5 000	700 MCM	1 200 MCM
6 000	800 MCM	1 200 MCM

* Véanse las restricciones aplicables a las instalaciones señaladas en el art. 250-92 a.)

TABLA 300 - 5
Recubrimiento¹ mínimo para sistemas de 0 a 600 V

TIPO DE INSTALACION	RECUBRIMIENTO MINIMO (m)
Cables enterrados directamente	0.60
Tubos rígidos metálicos	0.15
Tubos metálicos intermedios	0.15
Tubos rígidos no metálicos aprobados para enterrarse directamente sin estar embutidos en concreto	0.45
Otras canalizaciones aprobadas ²	0.45

NOTAS: 1. El recubrimiento se define como la distancia entre la parte superior de un cable directamente enterrado, un tubo u otra canalización y el acabado de la superficie del terreno.

2. Las canalizaciones aprobadas para estar enterradas solamente embutidas en concreto requieren un recubrimiento de concreto de espesor no menor de 50 mm.

TABLA 346 - 10

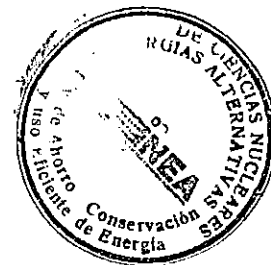
Radios de las curvaturas de tubo metálico rígido

Tamaño comercial del tubo (pulgadas)	Conductores sin cubierta de plomo (cm)	Conductores con cubierta de plomo (cm)
½	10.2	15.2
¾	12.7	20.3
1	15.2	27.9
1¼	20.3	35.6
1½	25.4	40.6
2	30.5	53.3
2½	38.1	63.5
3	45.7	78.7
3½	53.3	91.4
4	61.0	101.6
4½	68.6	114.3
5	76.2	127.0
6	91.4	154.9

TABLA 346 - 10

Excepción. Radios de las curvaturas de tubo metálico rígido

Tamaño comercial de tubo (pulgadas)	Radio al centro del tubo (cm)
½	10.2
¾	11.4
1	14.6
1¼	18.4
1½	21.0
2	24.1
2½	26.7
3	33.0
3½	38.1
4	40.6
4½	50.8
5	61.0
6	76.2



333-7932

P655m

91

Manual de diseño y construcción de
instalaciones eléctricas contrato 2582, plan de
investigación sectorial Promontajes Ltda.;
Sector Eléctrico Colombiano

333.7932 P655m Ej. 1

CATALOGADO POR: HELP FILE LTDA

FECHA

FECHA