

# **MANUAL PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS EN EDIFICIOS MULTIFAMILIARES HASTA DE 3 PISOS**

**LAURA FERNANDA TORO ANGEL  
1087988382  
VANESSA VALLEJO LONDOÑO  
1088244400**

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE TECNOLOGIAS  
PROGRAMA DE TECNOLOGIA ELECTRICA  
PEREIRA NOVIEMBRE DE 2010**

**MANUAL PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS EN  
EDIFICIOS MULTIFAMILIARES HASTA DE 3 PISOS**

**LAURA FERNANDA TORO ANGEL  
1087988382  
VANESSA VALLEJO LONDOÑO  
1088244400**

**Proyecto de grado  
Presentado como requisito para optar el titulo de:  
Tecnólogo Eléctrico**

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE TECNOLOGIAS  
PROGRAMA DE TECNOLOGIA ELECTRICA  
PEREIRA NOVIEMBRE DE 2010**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

**Firma del director del programa**

---

**Firma del director del proyecto**

---

**Firma del jurado**

**Pereira, Noviembre de 2010**

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	3
OBJETIVOS .....	4
OBJETIVO GENERAL .....	4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
CAPITULO 1.....	6
ASPECTOS GENERALES DEL REGLAMENTO DE CONEXIÓN DE REDES AÉREAS DE BAJA TENSIÓN EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA EMPRESA DE ENERGÍA DE PEREIRA EEP S.A. E.S.P. ....	6
1. INTRODUCCIÓN. ....	6
2. REVISIÓN DE LA NORMA PARA LA CIUDAD DE PEREIRA.....	6
2.1 Disposiciones específicas para los distintos tipos de transformadores.....	8
2.2 Disposiciones específicas para los distintos tipos de transformadores.....	8
2.3 Bóvedas para transformadores. ....	9
2.4 Acometidas y cajas para medidores. ....	12
2.5 Demanda diversificada acumulada. ....	14
2.7 EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO (Norma Técnica Colombiana (NTC 4552)). ....	16
MANEJO DEL RIESGO .....	20
Procedimiento Básico.....	20
ESTRUCTURA A SER CONSIDERADA PARA LA EVALUACION DE RIESGO .....	20
CAPITULO 2.....	21
CONCEPTOS GENERALES SEGÚN REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELECTRICAS (RETIE) Y NORMA TECNICA COLOMBIANA (NTC 2050).....	21
1. Introducción. ....	21
2. Secciones de interés para el diseño según norma técnica colombiana (NTC 2050)..	21
2.1 Salidas de iluminación. ....	21
2.2 Salidas para tomacorrientes. ....	24
210-50 GENERALIDADES.....	25
210-52 SALIDA DE TOMACORRIENTES EN UNIDADES DE VIVIENDA.....	25

a) Disposiciones generales.....	25
b) Pequeños artefactos.....	26
c) Tomacorrientes para artefactos en mostradores.....	27
d) Cuartos de baño.....	29
e) Salidas de exteriores.....	29
f) Zonas de lavandería y planchado.....	30
g) Sótanos y garajes.....	30
h) Recibidores y zonas similares.....	31
SECCIÓN 215. ALIMENTADORES.....	32
215.1. Alcance.....	32
668-30. Equipos Eléctricos fijos y portátiles.....	33
a) Equipos eléctricos que no sea necesario poner a tierra.....	33
b) Superficies conductivas expuestas que no es necesario poner a tierra.....	33
c) Métodos de alambrado.....	34
d) Protección de los circuitos.....	34
e) Conexión equipotencial.....	34
668-15. Puesta a tierra.....	35
215-2. Capacidad de corriente y calibres mínimos.....	35
215-3. PROTECCIÓN CONTRA SOBRE CORRIENTES.....	47
215-4. Alimentadores con neutro común.....	47
215-5. DIAGRAMAS DE LOS ALIMENTADORES.....	48
CAPITULO 3.....	49
EJEMPLO DE APLICACIÓN: EDIFICIO ALTOS DE CENTENARIO .....	49
LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO .....	49
BIBLIOGRAFÍA .....	50
<b>CONCLUSIONES</b> .....	51
<b>ANEXOS</b> .....	52

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Demanda diversificada acumulada (kVA).....	15
Tabla 2. Riesgo por cada tipo de daño y pérdida.....	16
Tabla 3. Componentes de Riesgo para cada tipo de pérdida en una estructura.....	17
Tabla 4. Componentes de Riesgo para cada tipo de pérdida en acometida de servicios.....	18
Tabla 5. Componentes de Riesgo para cada tipo de daño en la estructura.....	18
Tabla 6. Componentes de Riesgo para cada tipo de daño en las acometidas de servicio.....	19
Tabla 7. Factores que influencias las Componentes de Riesgo.....	19
Tabla 8. Porcentaje de la sección transversal en tubos conduit y tuberías, para el llenado de conductores.....	36

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Intensidad admisible de bases de toma de corriente en circuitos de diversa capacidad.....	25
Cuadro 2. Dimensiones y porcentaje de la sección de los tubos y tuberías (sección de los tubos y tuberías ocupada por las combinaciones de cables permitidas en el cuadro 1, capítulo 9).....	39
Cuadro 3. Dimensiones de los conductores aislados y cables de aparatos.....	41
Cuadro 3A. Dimensiones* y secciones estándar de cables de aluminio compactos.....	45
Cuadro 4. Propiedades de los conductores.....	46

## INTRODUCCIÓN

El creciente interés a nivel nacional por la seguridad y la salud ocupacional ha motivado la generación de normatividades estrictas en lo relacionado con un factor tan importante en la cadena productiva como lo son las instalaciones eléctricas. En Colombia la norma básica para el diseño y la construcción de dichas instalaciones es el CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO o Norma ICONTEC NTC 2050. Esta norma está basada en el “*National Electrical Code*” – NEC o Norma NFPA 70 de la “*National Fire Protection Association*” de los Estados Unidos de Norteamérica.

En la realización del manual se tuvo en cuenta la normatividad de la Empresa de Energía de Pereira (E.P.P S.A E.S.P.) en lo que se refiere a los requerimientos necesarios para realizar el diseño eléctrico de edificios multifamiliares de hasta 3 pisos, incluyendo la alimentación eléctrica, ubicación de los tableros de medidores y planta de emergencia, de ser requerida por el propietario. Así mismo se destacó la importancia que tiene el reglamento de instalaciones eléctricas (RETIE), cuyo objetivo es establecer medidas que garanticen la seguridad del usuario y la preservación del medio ambiente. En consecuencia, el documento presentado a continuación pretende convertirse en una herramienta que brinde ayuda a todas las personas directamente relacionadas con el uso de la Norma Técnica Colombiana (NTC 2050) y el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctrica (RETIE), entre los cuales se cuentan estudiantes, técnicos, tecnólogos e ingenieros electricistas.

Se tuvo en cuenta también la evaluación del nivel de riesgo con el fin de establecer si se hace el diseño de protección contra descargas atmosféricas de acuerdo a la norma técnica colombiana NTC 4552-1,-2,-3.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

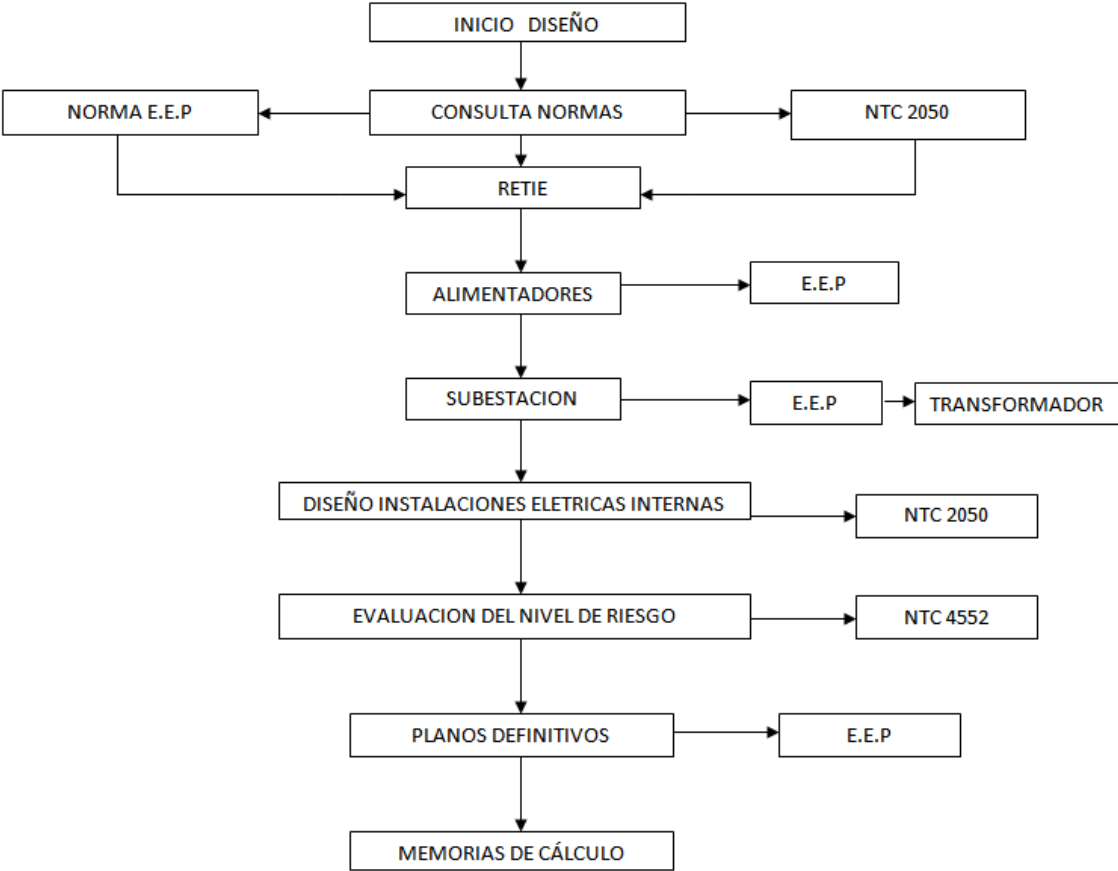
Realizar un manual para el diseño de instalaciones eléctricas en edificios multifamiliares de hasta tres pisos.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Facilitar el entendimiento del RETIE (Reglamento técnico de instalaciones eléctricas) y la norma 2050 “código eléctrico colombiano” respecto a instalaciones multifamiliares de hasta 3 pisos.
- Ayudar a la interpretación de los requerimientos del RETIE (Reglamento técnico de instalaciones eléctricas), la norma 2050 “código eléctrico colombiano” y las normas locales de la empresa distribuidora de energía.
- Ayudar a la implementación de esquemas de instalación que faciliten la interpretación general de la norma.
- Realizar vínculos entre las etapas de diseño y las exigencias de la norma de tal forma que el diseñador se remita únicamente a la sección o secciones de interés.
- Mostrar un diagrama de flujo que debe seguir el diseñador, para organizar el trabajo a desarrollar.
- Realizar un ejemplo de aplicación que muestre los pasos explicados en el manual.



A continuación se muestra el diagrama de flujo:



## **CAPITULO 1**

### **ASPECTOS GENERALES DEL REGLAMENTO DE CONEXIÓN DE REDES AÉREAS DE BAJA TENSIÓN EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA EMPRESA DE ENERGÍA DE PEREIRA EEP S.A. E.S.P.**

#### **1. INTRODUCCIÓN.**

Al iniciar el diseño de un proyecto eléctrico, la primera fase consiste en la revisión de la normatividad de las empresas distribuidoras de energía locales.

Para el desarrollo de este manual se tendrá en cuenta la norma de la empresa de energía de Pereira (E.E.P), la sección de interés redes aéreas de baja tensión.

#### **2. REVISIÓN DE LA NORMA PARA LA CIUDAD DE PEREIRA.**

De acuerdo con las Normas vigentes, las empresas prestadoras del servicio de distribución de energía eléctrica tienen la obligación de ofrecer a los clientes un punto de conexión a su sistema cuando ellos lo soliciten y garantizar el libre acceso, bajo las mismas condiciones, a todos. Para tal efecto, el cliente deberá informar sobre la localización del inmueble, la potencia máxima requerida y el tipo de carga. El actual reglamento incluye las condiciones técnicas bajo las cuales se autoriza la conexión a las redes de distribución aéreas a 240 voltios de la EEP S.A. E.S.P.

Las disposiciones incluidas están de acuerdo con las Leyes 142 y 143 de 1994, la Resolución CREG 070 de 1998 ó Reglamento de Distribución de Energía Eléctrica, el RETIE y demás Normas complementarias.

Los procedimientos para la aprobación de una solicitud de conexión por parte del Operador de Red (OR) se diferencian según el tipo de conexión: cargas que no implican la expansión de la red del Sistema de Transmisión Regional (STR) y/o Sistema de Distribución Local (SDL) y cargas que sí implican la expansión de dichos sistemas. El cliente deberá presentar los planos eléctricos del inmueble y de la acometida hasta el punto de conexión definido en la etapa de factibilidad, así como las características de la demanda. El OR podrá especificar un nivel de tensión de conexión diferente al solicitado por el cliente por razones técnicas debidamente sustentadas. Si la solicitud se relaciona con la modificación de una conexión existente, el cliente deberá presentar los planos eléctricos actuales y los nuevos con la modificación requerida.

Todas las instalaciones deben ser sometidas a una inspección para determinar si cumplen con los requisitos técnicos y de seguridad exigidos en el RETIE, de lo contrario deberán ser modificadas y la Empresa se abstendrá de autorizar la conexión al cliente o lo desconectará hasta tanto no sean eliminadas las inconformidades existentes.

Cuando por circunstancias excepcionales, relacionadas con el control de pérdidas de energía, sea necesario instalar equipos de medición para registrar consumos de energía no autorizados, la instalación del o los medidores no se entenderá como la legalización del servicio por parte de la Empresa pues esto sólo ocurrirá cuando el inmueble y las instalaciones eléctricas cumplan con los requisitos consignados en el RETIE y en las Normas de la Empresa, de lo contrario, el usuario puede ser desconectado.

Para proyectos de *tipo residencial* que se desarrollen en el área de influencia de la Empresa de Energía de Pereira, los transformadores de distribución a instalar deberán ser monofásicos con una capacidad menor o igual a 75 kVA con tensiones de 240/120V en el lado secundario.

## **2.1 Disposiciones específicas para los distintos tipos de transformadores.**

Para la alimentación eléctrica de la edificación se tiene en cuenta su ubicación, estrato socioeconómico, criterios del diseñador y observaciones del propietario. Esta disposición puede configurarse con un transformador tipo poste cuya ubicación debe estar en la misma acera de la edificación alimentada con una red aérea. Debe cumplir con la restricción de que la acometida no debe superar los 22m desde el poste a la edificación, a excepción de que cerca a la construcción haya alguna zona no urbanizable o una zona verde que pertenezca al municipio.

En caso contrario, teniendo en cuenta las mismas consideraciones anteriormente mencionadas, la ubicación del transformador se configura con una subestación al interior de la edificación. Esta se hace con transformador tipo seco o transformador tipo aceite.

## **2.2 Disposiciones específicas para los distintos tipos de transformadores.**

**450-21. Transformadores tipo seco instalados en interiores.** Ver. (NTC 2050).

**450-22. Transformadores tipo seco instalados en exteriores.** Ver. (NTC 2050).

**450-23. Transformadores aislados con líquidos de alto punto de inflamación.**  
Ver. (NTC2050).

**450-24. Transformadores aislados en líquidos no inflamables.** Ver. (NTC 2050).

**450-26. Transformadores con aislamiento de aceite instalado en interiores.**  
Ver. (NTC 2050).

**450-27. Transformadores con aislamiento de aceite instalado en exteriores.**  
Ver. (NTC 2050).

**450-28. Modificaciones de los transformadores.** Ver. (NTC 2050).

### **2.3 Bóvedas para transformadores.**

**450-41. Ubicación.** Siempre que sea posible, las bóvedas para transformadores deben estar ventiladas con aire exterior sin necesidad de utilizar ductos o canales.

**450-42. Paredes, techo y piso.** Las paredes y techos de las bóvedas para transformadores deben estar hechos de materiales con resistencia estructural adecuada a las condiciones de uso y con una resistencia mínima al fuego de tres horas. Los pisos de las bóvedas que estén en contacto con la tierra deben ser de hormigón con un espesor mínimo de 0.10m. Si la bóveda está construida teniendo por debajo un espacio vacío u otras plantas (pisos) del edificio, ésta debe tener una resistencia estructural adecuada para soportar la carga impuesta contando con la misma resistencia al fuego mencionada con antelación. (A efectos de este artículo son aceptables las bóvedas con listones y paneles en las paredes).

#### **Nota**

- 1. Un elemento típico con resistencia al fuego es el concreto reforzado de 0,15m de espesor.**

*Excepción: Cuando los transformadores estén protegidos por sistemas de rociadores automáticos de agua, dióxido de carbono o halon, se permite que la construcción tenga una hora de resistencia al fuego.*

**450- 43. Vanos de puertas.** Los vanos de las puertas de las bóvedas para transformadores se deben proteger como siguen

- a. Tipo de puerta.** Todos los vanos de puertas que lleven desde el interior de la edificación hasta la bóveda de transformadores deben estar dotados con una puerta de cierre hermético y con una resistencia mínima al fuego de tres horas. Cuando las condiciones lo requieran, se permite que la autoridad competente exija una puerta de este tipo en los muros exteriores.

*Excepción: Cuando los transformadores estén protegidos por sistemas de rociadores automáticos de agua, dióxido de carbono o halon, se permite que la puerta tenga una hora de resistencia al fuego.*

- b. Umbrales (brocales).** Las puertas deben tener un umbral o brocal de altura suficiente para recoger dentro de la bóveda el aceite del transformador más grande que pudiera haber. En ningún caso la altura del umbral debe ser menor a 0.10m.

- c. Cerraduras.** Las puertas deben estar equipadas con cerraduras y mantenerse cerradas, permitiéndose el acceso solo a personas calificadas. Las puertas para el personal deben abrirse hacia afuera y estar dotadas de barras antipánico, placas de presión u otros dispositivos que las mantengan normalmente cerradas pero que se abran por simple presión.

**450-45. aberturas de ventilación.** Cuando lo exija el artículo 450-9, se deben practicar aberturas para ventilación de acuerdo con los siguientes apartados a) a f).

**a). ubicación.** Las aberturas de ventilación deben estar ubicadas lo más lejos posible de las puertas, ventanas, salidas de incendios y materiales combustibles.

**b). disposición.** Se permite que una bóveda ventilada por circulación natural de aire tenga aproximadamente la mitad del área total de las aberturas de ventilación necesarias en una o más aberturas cerca del piso y restante en una o más aberturas del techo o en la parte superior de las paredes, cerca del techo, o que toda la superficie de ventilación necesaria este en una o más aberturas en el techo o cerca de él.

**c). Tamaño.** En una bóveda ventilada por circulación natural de aire procedente del exterior, el área neta total de todas las aberturas de ventilación, restando el área ocupada por persianas, rejillas o pantallas, no debe ser menor a  $1936\text{mm}^2$  por kVA de los transformadores en servicio. Si los transformadores tienen menos de 50kVA, en ningún caso el área neta debe ser menor a  $0.093\text{m}^2$ .

**d). Cubiertas.** Las aberturas de ventilación deben estar cubiertas por rejillas, persianas o pantallas duraderas, de acuerdo con las condiciones necesarias para evitar que se produzcan situaciones inseguras.

**e). Compuertas (dampers).** Todas las aberturas de ventilación que den al interior deben estar dotadas con compuertas de cierre automático que funcionen en respuesta a cualquier incendio que se produzca en el interior de la bóveda. Dichas compuertas deben tener una resistencia al fuego no menor a 1,5 horas.

**f). Ductos.** Los ductos de ventilación deben ser material resistente al fuego.

**450-46. Drenaje.** Cuando sea posible, las bóvedas para transformadores que contengan transformadores de más de 100kVA deben estar dotadas de un drenaje o de otro medio que permita eliminar cualquier acumulación de aceite o agua que se produzca en la bóveda, a no ser que por las condiciones locales resulte imposible. Cuando exista drenaje, el piso debe estar inclinado hasta el drenaje.

**450-47. Tuberías de agua y accesorios.** En las bóvedas para transformadores no deben entrar ni atravesarlos sistemas de conductos o tuberías ajenos a la instalación eléctrica. No se consideran ajenos a la instalación eléctrica las tuberías u otros aparatos para la protección de las bóvedas contra incendios o para la ventilación de los transformadores.

**450-48. Almacenaje en las bóvedas.** Las bóvedas para transformadores no se deben utilizar para almacenaje de materiales.

**2.4 Acometidas y cajas para medidores.** Toda vez que sea seleccionado el tipo de transformador y sean tenidas en cuenta las restricciones y disposiciones que dicha selección arroje, el proceso continúa con el diseño de la acometida y en consecuencia, con la selección de los elementos que la componen entre los cuales se cuenta la caja del medidor.

La estricta reglamentación que ha sido generada buscando la disminución de las pérdidas por conexiones ilegales o fraudulentas es explícita en cuanto a los requerimientos que deben cumplir los dispositivos y tipos de conexión a la red de suministro. Se debe partir entonces por las definiciones de acometida y caja de medidor para que el presente manual esté en consonancia con los objetivos que persigue la mencionada reglamentación.

**2.4.1** Se define como acometida, según el **RETIE**, a la derivación de la red local del servicio respectivo que llega hasta el registro de corte del inmueble. En



edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general. Las acometidas partirán, siempre, de las cajas portaborneras de distribución, previamente identificadas y marcadas, y llegarán a la caja del medidor apoyadas en el neutro portante del tendido principal, sin conectarse eléctricamente a los conductores. Deberán anillarse los conductores de la acometida, con alambre de cobre No.14 AWG aislado o con cremalleras plásticas y el espaciado máximo entre anillos será de 25cm. Desde el frente del cliente el cable concéntrico se llevará hasta el tubo de la bajante a la caja que alojará el medidor.

Las acometidas aéreas no estarán a menos de 3m de altura de las aceras de tráfico exclusivamente peatonal, ni a menos de 4.4m en las áreas no sujetas a tráfico de camiones, ni a menos de 5.5m en las vías públicas, ni a menos de 0.9m de las ventanas o balcones. El punto de llegada al inmueble nunca estará a menos de 3m de su piso terminado.

El ducto conduit galvanizado que recibe la acometida desde el tendido secundario, no deberá sobresalir de la vivienda más de 50cm.

Cuando el ducto de entrada no garantice las alturas mínimas reglamentadas, éstas se deben alcanzar mediante el empleo de estructuras firmes suplementarias a instalar sobre la vivienda.

Si el ducto va sobrepuesto a alguna superficie y/o a la vista, deberá emplearse tubería EMT o conduit galvanizada y utilizarse, para la fijación, grapas o abrazaderas galvanizadas con un espaciado no mayor de 50cm.

Del tendido de la red de baja tensión se llega directamente hasta la caja portabornera si el calibre del conductor múltiplex en ese tramo es No.2 AWG. Para conductores de mayor calibre se debe emplear cable de potencia tipo

encauchetado, usando en todos los casos conectores de perforación de aislamiento para la derivación. El número máximo de derivaciones en un apoyo corresponde a nueve, tomadas siempre desde la caja de derivación.

En ningún momento el tensado del cable que llega de la red aérea al tubo para la bajante al medidor del usuario deberá afectar el contacto eléctrico y para ello se emplea el aislador de porcelana tipo carrete para acometida.

El ducto de entrada de la acometida a la caja del medidor debe ser continuo hasta ésta y será conduit metálica galvanizado si la acometida se ha tomado de una red aérea y PVC si se deriva de una red subterránea y se incrusta en la pared.

La caja tipo intemperie para alojar el medidor de energía, en la zona de influencia de la EEP S.A. E.S.P. debe ser construida en policarbonato virgen y sus dimensiones se dan en los conjuntos que son parte de este Reglamento; será resistente al impacto, autoextinguible, resistente a la deformación por temperatura, no higroscópica y no se debe cristalizar. Incluirá, además, la tapa para acceder al *breaker* o elemento de maniobra y permitirá esa tapa la colocación de lacres cuando la Empresa desconecte al cliente.

**2.5 Demanda diversificada acumulada.** La demanda de una instalación o sistema de distribución es el valor medio de la carga en las terminales receptoras tomadas en un determinado intervalo de tiempo. Con esta definición se entiende por carga la que se mide en términos de potencia (aparente, activa, reactiva o compleja) o de intensidad de corriente. El período durante el cual se toma el valor medio se denomina intervalo de demanda y es establecido por la aplicación específica que se considere, la cual se puede determinar por la constante térmica de los aparatos o por la duración de la carga.

En el dimensionamiento del transformador requerido para un determinado número de clientes no interesará el valor de cada demanda individual, pero sí la del conjunto. Se define entonces que demanda diversificada es la relación de la sumatoria de las demandas individuales del conjunto en un tiempo con el número total de cargas.

En el caso particular de esta guía, el cálculo de la demanda diversificada se realizará con base en los datos consignados en la siguiente tabla.

**Tabla 1.** Demanda diversificada acumulada (kVA)

<b>Número de Abonados</b>	<b>Estratos 5 y 6</b>	<b>Estratos 3 y 4</b>	<b>Estratos 1 y 2</b>
1	4.13	3.05	1.33
2	5.07	3.45	1.85
3	6.02	3.85	2.37
4	6.96	4.25	2.89
5	7.91	5.00	3.41
6	8.86	5.65	3.92
7	9.80	6.31	4.45
8	10.72	6.95	4.96
9	11.69	7.61	5.49
10	12.64	8.27	6.01
11	13.58	8.92	6.52
12	14.53	9.58	7.04
13	15.48	10.23	7.57
14	16.42	10.89	8.09
15	17.36	11.54	8.60
16	18.31	12.19	9.12
17	19.26	12.84	9.64
18	20.20	13.50	10.16
19	21.15	14.16	10.68
20	22.09	14.81	11.20
21	23.03	15.46	11.72
22	23.98	16.12	12.24
23	24.92	16.77	12.77

Si el número de abonados es mayor a 23, la demanda total se calcula por medio de las expresiones:

Estratos 5 y 6:  $DT = N_a \times 1.08$

Estratos 3 y 4:  $DT = N_a \times 0.73$

Estratos 1 y 2:  $DT = N_a \times 0.56$

**2.6 Materiales.** Todos los materiales a emplearse en las redes en el área de influencia de la EEP S.A. E.S.P. deberán estar normalizados y certificados por organismos autorizados por la SIC, según el **RETIE**. Por ello, se recomienda a los ingenieros electricistas o a las firmas constructoras, verificar con el fabricante o con la Empresa la certificación vigente de los materiales antes de adquirirlos o iniciar las obras correspondientes. El hecho de no ser nombrado explícitamente en este Reglamento, no da lugar a que un elemento a usarse no tenga que estar normalizado y certificado.

**2.7 EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO (Norma Técnica Colombiana (NTC 4552)).** Es necesario realizar esta evaluación del nivel de riesgo para determinar si el edificio a construir requiere o no apantallamiento (Protección contra rayos). Para hacer esta evaluación se tendrá en cuenta la norma técnica colombiana (NTC 4552).

**Tabla 2.** Riesgo por cada tipo de daño y pérdida

Daños	Pérdidas			
	L1 <sup>1)</sup> Pérdida de vidas humanas	L2, L'2 <sup>2)</sup> Pérdida de servicio público	L3 <sup>1)</sup> Pérdida de patrimonio cultural	L4, L'4 <sup>2)</sup> Pérdida Económica
D1 - Lesiones a seres vivos	R <sub>s</sub>	-	-	R <sub>s</sub> <sup>3)</sup>
D2 - Daños físicos	R <sub>f</sub>	R <sub>f</sub>	R <sub>f</sub>	R <sub>f</sub>
D3 - Fallas de sistemas eléctricos y electrónicos	Ro <sup>4)</sup>	Ro	-	Ro
<sup>1)</sup> Pérdidas asociadas a la estructura. <sup>2)</sup> Pérdidas asociadas a la estructura y a las acometidas de servicio respectivamente. <sup>3)</sup> Solo para propiedades agrícolas con posible pérdida de animales. <sup>4)</sup> Solo para hospitales u otro tipo de estructuras, donde las fallas en los sistemas internos inmediatamente atente contra la vida humana.				

**Tabla 3.** Componentes de Riesgo para cada tipo de pérdida en una estructura

Fuente de daño	Descargas sobre la estructura S1			Descargas cercanas a la estructura S2	Descargas sobre las acometidas de servicios S3			Descargas cercanas a las acometidas de servicios S4
	R <sub>A</sub> <sup>3</sup>	R <sub>B</sub>	R <sub>C</sub> <sup>4</sup>	R <sub>M</sub> <sup>4</sup>	R <sub>U</sub> <sup>5</sup>	R <sub>V</sub> <sup>5</sup>	R <sub>W</sub> <sup>4,5</sup>	R <sub>Z</sub> <sup>4,5</sup>
Riesgo para cada tipo de pérdida								
R <sub>1</sub>	X	X	X <sup>1</sup>	X <sup>1</sup>	X	X	X <sup>1</sup>	X <sup>1</sup>
R <sub>2</sub>		X	X	X		X	X	X
R <sub>3</sub>		X				X		
R <sub>4</sub>	X <sup>2</sup>	X	X	X	X <sup>2</sup>	X	X	X

<sup>1</sup> Únicamente para estructuras con riesgo de explosión, y para hospitales u otras estructuras en donde la falla de sistemas internos ponga en peligro la vida humana

<sup>2</sup> Únicamente para propiedades en donde pueda haber pérdida de animales

<sup>3</sup> Únicamente se calcula para exteriores

<sup>4</sup> Únicamente se calcula si existe equipo sensible

<sup>5</sup> Se debe calcular para cada tipo de acometida de servicios (alimentación eléctrica y telecomunicaciones)

R<sub>A</sub>: Componente relacionada con las lesiones a seres vivos causados por tensiones de paso y contacto en las zonas con un radio de cobertura de 3 m fuera de la estructura.

NOTA 1 La componente de riesgo causado por tensiones de paso dentro de la estructura debido a descargas sobre la misma, no se considera en esta norma.

NOTA 2 En estructuras especiales, las personas pueden estar en peligro por descargas directas sobre las estructuras (por ejemplo en el último nivel de estacionamiento de garaje o estadios). Estos casos también pueden ser considerados usando los principios de esta norma.

R<sub>B</sub>: Componente relacionada con los daños físicos causados por chispas peligrosas dentro de las estructura causando fuego o explosión.

R<sub>C</sub>: Componente relacionada con la falla de sistemas internos causado por IER (Impulsos Electromagnéticos del Rayo).

R<sub>M</sub>: Componente relacionada con la falla de sistemas internos causados por IER.

R<sub>U</sub>: Componente relacionada con la lesiones en seres vivos causado por tensiones de contacto dentro de la estructura, debido a corrientes de rayo que fluyen por una línea entrante a la estructura.

R<sub>V</sub>: Componente relacionada con los daños físicos (fuego o explosión por chispas entre las instalaciones externas y partes metálicas generalmente al punto de entrada de la línea a la estructura) debido a corrientes de rayo transmitida a través de la acometida de servicios.

R<sub>W</sub>: Componente relacionada a fallas de sistemas internos causados por sobretensiones inducidas sobre las acometidas y transmitida a la estructura.

R<sub>Z</sub>: Componente relacionada a fallas de sistemas internos causados por sobretensiones inducidas sobre las líneas de acometida y transmitida a la estructura.

NOTA 3 Las acometidas de servicios a tener en cuenta en esta valoración son únicamente las que entran en la estructura. Descargas próximas a tubos metálicos no son consideradas como fuentes de daño siempre y cuando dichos tubos estén equipotencializados a la barra equipotencial. Si la unión

**Tabla 4.** Componentes de Riesgo para cada tipo de pérdida en acometida de servicios

Fuente de Daño	Descargas sobre la Estructura S1		Descargas sobre las acometidas de servicios S3		Descargas cercanas a las acometidas de servicios S4
	R'B	R'C	R'V	R'W	R'Z
Componente de riesgo	R'B	R'C	R'V	R'W	R'Z
Riesgo para cada tipo de pérdida					
R'1 (*)	X		X		
R'2	X	X	X	X	X
R'4	X	X	X	X	X
(*) Solo Para ductos metálicos sin continuidad eléctrica, que transporte fluido explosivo. R'B: Componente relacionado a daños físicos debido a efectos mecánicos y térmicos de la corriente de rayo a fluyendo a través de la acometida de servicio. (Impacto en la estructura). R'C: Componente relacionada a fallas de equipos conectados debido a sobretensiones por acople resistivo. R'V: Componente relacionada con daños físicos debido a efectos mecánicos y térmicos por la circulación de corriente de rayo. R'W: Componente relacionada a las fallas de equipo conectado, debido a sobretensiones por acople resistivo. Pérdidas del Tipo L2 y L4 pueden ocurrir. R'Z: Componente relacionada a la falla de líneas y equipos conectados causado por sobretensiones inducidas sobre la línea.					

**Tabla 5.** Componentes de Riesgo para cada tipo de daño en la estructura

Tipo de Daño		Lesiones a seres vivos	Daños físicos	Fallas de sistemas eléctricos y electrónicos
Componente de Riesgo		R <sub>s</sub>	R <sub>f</sub>	R <sub>o</sub>
Tipo de Riesgo	R <sub>1</sub>	R <sub>A</sub> +R <sub>U</sub>	R <sub>B</sub> +R <sub>V</sub>	R <sub>C</sub> +R <sub>M</sub> +R <sub>W</sub> +R <sub>Z</sub> (1)
	R <sub>2</sub>	-	R <sub>B</sub> +R <sub>V</sub>	R <sub>C</sub> +R <sub>M</sub> +R <sub>W</sub> +R <sub>Z</sub>
	R <sub>3</sub>	-	R <sub>B</sub> +R <sub>V</sub>	-
	R <sub>4</sub>	R <sub>A</sub> +R <sub>U</sub> (2)	R <sub>B</sub> +R <sub>V</sub>	R <sub>C</sub> +R <sub>M</sub> +R <sub>W</sub> +R <sub>Z</sub>
(1) Únicamente para estructuras con riesgo de explosión, o para hospitales u otras estructuras en donde la falla de sistemas internos ponga en peligro la vida humana. (2) Únicamente para propiedades en donde pueda haber pérdida de animales.				

**Tabla 6.** Componentes de Riesgo para cada tipo de daño en las acometidas de servicio

Tipo de daño		Lesiones a seres vivos	Daños físicos	Fallas de sistemas eléctricos y electrónicos
Componente de riesgo		$R_s$	$R_f$	$R_o$
Tipo de riesgo	$R'1$ <sup>(1)</sup>	-	$R'_V+R'_B$	-
	$R'2$	-	$R'_V+R'_B$	$R'_C+R'_W+R'_Z$
	$R'4$	-	$R'_V+R'_B$	$R'_C+R'_W+R'_Z$
<sup>(1)</sup> Solo Para ductos metálicos sin continuidad eléctrica, que transporte fluido explosivo				

**Tabla 7.** Factores que influyen las Componentes de Riesgo

	$R_A$	$R_B$	$R_C$	$R_M$	$R_U$	$R_V$	$R_W$	$R_Z$	$R'_B$	$R'_C$	$R'_V$	$R'_W$	$R'_Z$
Área efectiva	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Resistividad del terreno	X												
Resistividad del piso					X								
Restricciones físicas, aislamiento, Señalización de advertencia, Equipotencialización del suelo	X												
SPR	X <sup>(1)</sup>	X	X <sup>(2)</sup>	X <sup>(2)</sup>	X <sup>(3)</sup>	X <sup>(3)</sup>							
Protección coordinada de DPSs			X	X			X	X	X	X	X	X	X
Apantallamiento espacial			X	X									
Apantallamiento de líneas externas					X	X	X	X					
Apantallamiento de líneas internas			X	X									
Rutas de evacuación			X	X									
Redes equipotencializadas			X										
Precaución contra fuego		X				X							
Sensores de fuego		X				X							
Peligros especiales		X				X							
Soportabilidad al impulso			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cable apantallado									X	X	X	X	X
Cable de guarda									X	X	X	X	X
Apantallamiento adicional de cables									X	X	X	X	X
NOTA 1 Solo donde las estructuras tenga columnas reforzadas, o las vigas son usadas como sistemas de conducción natural.													
NOTA 2 Solo para SPR externos (Grillas o mallas externas SPR).													
NOTA 3 Debido a uniones equipotenciales.													

## **MANEJO DEL RIESGO**

**Procedimiento Básico.** La decisión para proteger una estructura o una acometida de servicio contra rayos, así como las medidas de protección seleccionadas, deberán ser realizadas de acuerdo a la NTC 4552. El siguiente proceso será aplicado

- Identificar el objeto a proteger y sus características.
- Identificar todos los tipos de pérdidas en los objetos y riesgos pertinentes correspondientes R (R<sub>1</sub> a R<sub>4</sub>).
- Evaluar el riesgo R para cada uno de los tipos de pérdida.
- Evaluar la necesidad de protección, por comparación de riesgo R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> y R<sub>3</sub>.
- Para una estructura (R'<sub>2</sub> para el servicio) con un riesgo tolerable R<sub>T</sub>.
- Evaluar la conveniencia económica de protección, por comparación de los costos de las pérdidas totales con o sin medidas de protección. En este caso, la evaluación de la componente de riesgo R<sub>4</sub> para una estructura (R'<sub>4</sub> para un servicio) es realizada con el fin de evaluar tales costos.

## **ESTRUCTURA A SER CONSIDERADA PARA LA EVALUACION DE RIESGO**

La estructura a proteger debe incluir:

- La estructura misma.
- Las instalaciones dentro de la estructura.
- El contenido de la estructura.
- Las personas dentro de la estructura o que permanezcan en zonas aledañas hasta 3m fuera de la estructura.
- Ambientes afectados por un daño en la estructura.



## CAPITULO 2

### CONCEPTOS GENERALES SEGÚN REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELECTRICAS (RETIE) Y NORMA TECNICA COLOMBIANA (NTC 2050).

#### 1. Introducción.

Para el diseño de las instalaciones eléctricas en los edificios multifamiliares hasta de tres pisos se debe cumplir con todos los conceptos mencionados en el RETIE y en la NTC 2050.

#### 2. Secciones de interés para el diseño según norma técnica colombiana (NTC 2050).

Capitulo 2. ALAMBRADO Y PROTECCION DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS.

SECCION 210.CIRCUITOS RAMALES.

**2.1 Salidas de iluminación.** NTC 2050: **210-21 Dispositivos de salida.** Los dispositivos de salida deben de tener una corriente nominal no menor a la carga que van a servir y deben cumplir lo establecido en el siguiente apartado a:

**a. Porta bombillas.** Cuando estén conectados a un circuito ramal de más de 20A nominales, los porta bombillas deben ser del tipo de servicio pesado. Un porta bombillas de servicio pesado debe tener un potencia nominal no menor a 600Wsi es de tipo medio y no menor a 750W si el de cualquier otro tipo.

**210-70 Salidas necesarias para alumbrado.** Las salidas para alumbrado se deben instalar donde se especifica en el siguiente articulo 210-70.

**b. Unidad o unidades de vivienda.** En cada cuarto habitable se debe instalar al menos una salida para alumbrado con un interruptor de pared, Así como en los cuartos de baño, recibidores, escaleras, garajes anexos y garajes independientes con instalación eléctrica, y en el exterior de las entradas o salidas al exterior. No se considera entrada o salida exterior la puerta para vehículos de un garaje, a menos que este se tenga como acceso obligatorio al interior de la vivienda.

Cuando los áticos, espacios bajo el piso, cuartos de maquinas y sótano se utilicen para almacenaje o contengan equipos que haya que revisar, se debe instalar al menos una salida para alumbrado con un interruptor situado en el punto de entrada de dicha habitación. La salida de alumbrado se debe instalar cerca del equipo que haya que revisar.

Cuando se instalen salidas para alumbrado en escaleras interiores, debe haber en cada planta un interruptor de pared que permita apagar y encender la luz, siempre que la diferencia entre dos plantas sea de 6 escalones o más.

*Excepciones:*

- 1) En los cuartos habitables distintos de las cocinas y cuartos de baño, en vez de las salidas para alumbrado puede haber uno o más tomacorrientes desconectables mediante interruptor de pared.*
- 2) En los recibidores, en las escaleras y puertas exteriores, se permite instalar alumbrado con control remoto, centralizado o automático.*
- 3) Se permite que las salidas de alumbrado estén controladas por sensores de ocupación que: 1) sean complementarios de los interruptores de pared o 2) estén situados donde se instalan normalmente los interruptores de pared y equipados con un puente manual que permita que el sensor funcione como interruptor de pared.*

**c. Otros lugares.** En todos los áticos o espacios bajo el piso se debe instalar al menos una salida para alumbrado con un interruptor de pared, cerca de los equipos que requieran revisión como los de calefacción, refrigeración o aire acondicionado. El interruptor se debe localizar en el punto de entrada al ático o al espacio bajo el piso.

RETIE: El Diseñador deberá tener en cuenta los requerimientos de iluminación de acuerdo con el uso, el área o espacio a iluminar que tenga la edificación objeto de la instalación eléctrica, un diseño de iluminación debe comprender las siguientes condiciones esenciales.

1. Suministrar una cantidad de luz suficiente para el tipo de actividad que se desarrolle.
2. El método y los criterios de diseño y cálculo de la iluminación deben asegurar los valores de coeficiente de uniformidad adecuados a cada aplicación.
3. Controlar las causas del deslumbramiento.
4. Prever el tipo y la cantidad de fuentes y luminarias apropiadas para cada caso particular teniendo en cuenta sus eficiencias lumínicas y su vida útil.
5. Utilizar fuentes luminosas con la temperatura y reproducción de color adecuado a la necesidad.
6. Propiciar el uso racional y eficiente de la energía requerida para iluminación, utilizando fuentes de alta eficiencia lumínica e iluminando los espacios que efectivamente requieran iluminación.
7. Atender los lineamientos del reglamento técnico de iluminación y alumbrado público.
8. Los sistemas de control de las lámparas, deben estar dispuestos de manera tal que se permita el uso racional y eficiente de la energía para lo cual debe garantizarse alta selectividad de las aéreas puntuales a iluminar y combinar con sistemas de iluminación general.

## **2.2 Salidas para tomacorrientes. NTC 2050: 210-21 Dispositivos de salida.**

Los dispositivos de salida deben de tener una corriente nominal no menor a la carga que van a servir y deben cumplir lo establecido en el siguiente apartado b:

### **b. Tomacorrientes.**

- 1)** Un tomacorriente sencillo instalado en un circuito ramal individual, debe tener una capacidad de corriente no menor a la de dicho circuito.

*Excepciones:*

- 1) Si está instalado según el artículo 430-81.c).*
- 2) Está permitido que un tomacorriente instalado exclusivamente para usar un soldador de arco conectado con cordón y clavija, tenga una capacidad de corriente no menor a la del menor de los conductores del circuito ramal, tal cual como establece el artículo 630-11.a) para los soldadores de arco con transformador de C.A. y rectificador de C.C., y el artículo 630-21.a) para los soldadores de arco con motogenerador.*
- 2)** Cuando esté conectado a un circuito ramal que suministra corriente a dos o más tomacorrientes o salidas, el tomacorriente no debe alimentar a una carga total conectada con cordón y clavija que supere el máximo establecido en el cuadro 1.
- 3)** Cuando estén conectados a un circuito ramal que alimente a dos o más salidas o tomacorrientes, la capacidad de corriente de los tomacorrientes debe corresponder a los valores del cuadro 1 o, si es de más de 50A, la capacidad de corriente del tomacorriente no debe ser menor a la corriente nominal del circuito ramal.

**Cuadro 1.** Intensidad admisible de bases de toma de corriente en circuitos de diversa capacidad

Intensidad nominal del circuito (amperios)	Intensidad admisible de la base (amperios)
15	No más de 15
20	15 o 20
30	30
40	40 o 50
60	50

## 210-50 GENERALIDADES

**c. Salidas para artefactos.** Las salidas con tomacorrientes para artefactos instalados en una vivienda para artefactos específicos, como equipo de lavandería, deberán instalarse a menos 1,80m del lugar destinado para el artefacto.

## 210-52 SALIDA DE TOMACORRIENTES EN UNIDADES DE VIVIENDA

**a) Disposiciones generales.** En comedores, cuartos de estar, salas, salones, bibliotecas, cuartos de estudio, solarios, dormitorios, cuartos de recreo, habitaciones o zonas similares en unidades de vivienda, se deben instalar salidas de tomacorrientes de modo que ningún punto a lo largo de la línea del suelo en ninguna pared este a más de 1.80m de un tomacorriente en ese espacio, medidos horizontalmente, incluyendo cualquier pared de 0.6m o mas de ancho y el espacio de pared ocupado por paneles fijos en los muros exteriores, pero excluyendo los paneles corredizos en los muros exteriores. En la medida de los 1.80m debe incluir el espacio de paredes que permita las divisiones fijas de las habitaciones tales como mostradores auto estables de tipo barra o barandillas.

A efectos de este artículo, se considera “espacio de pared” una pared continua a lo largo de la línea del suelo sin aberturas como puertas, chimeneas y similares. Cada espacio de pared de 0.6m de ancho o más, debe ser considerado individual

e independientemente de los demás espacios de pared dentro de una habitación. Está permitido que un espacio de pared incluya dos o más paredes de una habitación (a un lado y otro de los rincones), si la línea del suelo es continúa. No se consideran espacios de pared los que quedan contra las puertas abiertas a 90°, los espacios copados o limitados por armarios fijos o los espacios que correspondan a aéreas de acceso o circulación permanente donde no sea posible instalar artefactos eléctricos.

Siempre que sea posible, las salidas de tomacorrientes deben de estar a la misma distancia. Si no están a menos de 0.5m de la pared, las salidas de tomacorrientes en el piso no se deben contar como parte del número exigido de salidas.

Las salidas de tomacorrientes exigidas por este artículo son adicionales a cualquier tomacorriente que forme parte de cualquier elemento de alumbrado o artefacto, situado dentro de encerramientos o armarios o a más de 1.70m sobre el suelo.

## **b) Pequeños artefactos**

**1)** En la cocina, despensa o comedor auxiliar de una unidad de vivienda, el circuito o circuitos ramales de 20A para pequeños artefactos que exige el artículo 220-4.b), deben alimentar todas las salidas de tomacorrientes a las que se refieren los artículos 210-52.a) y c) y las salidas de tomacorrientes para refrigeradores.

*Excepciones:*

*1) Además de los tomacorrientes necesarios especificados en el artículo 210-52, se permiten tomacorrientes con interruptor alimentados desde un circuito ramal de uso general como se define en el artículo 210-70.a) Excepción 1.*

*2) Se permite que la salida de tomacorrientes para refrigeradores se alimente desde un circuito ramal independiente de 15A nominales o más.*

2) El circuito o circuitos ramales para pequeños artefactos especificados en b).1) anterior, no deben tener otras salidas.

*Excepciones:*

1) *Una salida de tomacorriente instalada exclusivamente para enchufar un reloj eléctrico en cualquiera de los recintos especificados anteriormente.*

2) *Las salidas de tomacorrientes instaladas para conectar equipos y luces suplementarias de estufas, hornos y otros equipos de estufa montados sobre mostradores, todos ellos de gas.*

3) Los tomacorrientes instalados en la cocina para instalar artefactos sobre mostradores Debe estar alimentados por uno o más circuitos ramales de pequeños artefactos, cada uno de los cuales podrá también alimentar salidas de tomacorrientes en la cocina y otras aéreas de las especificadas en el artículo 210-52.b).1). Se permite que circuitos ramales adicionales para pequeños artefactos alimenten las salidas de tomacorriente de la cocina y de otras habitaciones especificadas en el artículo 210-52.b).1).

**c) Tomacorrientes para artefactos en mostradores.** En las cocinas y comedores auxiliares de las unidades de vivienda se deben instalar salidas con tomacorrientes en los mostradores, en las siguientes condiciones 1) a 5):

**1) Espacio de pared del mostrador.** Se debe instalar una salida de tomacorriente en cada espacio de pared de 0.3m de ancho o más. Las salidas de tomacorriente se deben instalar de modo que ningún punto a lo largo de la línea de la pared quede a más de 0.6m de una salida de tomacorriente de ese espacio, medidos horizontalmente.

**2) Mostradores en el centro de la cocina (islas).** Se debe instalar por lo menos un tomacorriente en cada mostrador instalado en el centro de la cocina cuya parte más larga tenga 0.6m o mas y la más corta 0.3m.

**3) Mostradores unidos a la pared por un lado (penínsulas).** En cada mostrador unido a la pared por un lado, cuya parte más larga tenga 0.6m o mas y la más corta 0.3m o más, se debe instalar por lo menos una salida de tomacorriente. Un espacio de este tipo se mide desde el borde de unión.

**4) Espacios independientes.** Para aplicar los anteriores requisitos 1), 2) y 3), se deben considerar espacios independientes los mostradores separados estufas, refrigeradores o lavaplatos.

**5) Ubicación de salidas de tomacorrientes.** Las salidas deben estar ubicadas a no más de 0.5m por encima del mostrador. Las salidas no se deben instalar mirando hacia arriba en las superficies de trabajo o mostradores. Las salidas que no queden fácilmente accesibles por artefactos fijos o que ocupen su espacio definido, no se deben considerar como parte de los tomacorrientes requeridos.

*Excepción: Cuando sea aceptable para la autoridad competente y para cumplir las condiciones especiales especificadas en los siguientes apartados a o b, se permite 0.3m por debajo del mostrador. Los tomacorrientes montados por debajo del mostrador según esta excepción no se debe instalar si el mostrador sobresale más de 15cm de su base de apoyo.*

*a. Construidas para personas con discapacidad.*

*b. Cuando los mostradores situados en medio de la cocina o unidos a la pared por tramo, impiden el montaje práctico de las salidas encima del mostrador.*



**d) Cuartos de baño.** En los cuartos de baño de las unidades de vivienda, se debe instalar por lo menos un tomacorriente en la pared adyacente a cada lavamanos, estén o no estén en un cuarto de baño. Las salidas de tomacorriente en los cuartos de baño deben estar alimentadas por lo menos por un circuito ramal de 20A. Véase artículo 210-8.a).1).

### **Artículo 210-8**

- a) Unidades de vivienda. Todos los tomacorrientes monofásicos de 15A y 20A 125V, instalados en lugares que se especifican a continuación, deben ofrecer protección a las personas mediante interruptor de circuito por falla a tierra:
- 1) Adyacente al lavamanos estén o no estén en el cuarto de baño.

Las salidas de tomacorriente no se deben instalar mirando hacia arriba en las superficies de trabajo o mostradores de los lavamanos de los cuartos de baño.

**e) Salidas de exteriores.** En las viviendas unifamiliares y bifamiliares que estén a nivel del suelo, no es requisito que en la parte delantera y trasera se instalen salidas de tomacorriente accesibles desde el nivel del suelo y a no más de 2.0m. Véase artículo 210-8.a).3).

### **Artículo 210-8**

- 3) En exteriores donde haya acceso fácil y directo, a no más de 1.9m sobre el nivel del piso, desde el terreno a la vivienda y a los tomacorrientes.  
Excepción: Se permite que los tomacorrientes que no sean fácilmente accesibles y estén alimentados desde un circuito ramal dedicado para equipos de deshielo o fusión de nieve, según establece la sección 426, se instalen sin protección para las personas mediante interruptor de circuito por falla a tierra (GFCI).

**f) Zonas de lavandería y planchado.** En las unidades de vivienda se debe instalar como mínimo un tomacorriente para lavadora y plancha.

Excepciones:

- 1) En una unidad de vivienda que sea un apartamento o área de vivienda en un edificio multifamiliar, en la que haya instalaciones de lavado en el mismo predio disponibles para todos los ocupantes del mismo, no es necesario un tomacorriente para lavadora.
- 2) En viviendas distintas de las unifamiliares en las que no haya o no estén permitidas instalaciones de lavado, no es necesario un tomacorriente para lavadora.

**g) Sótanos y garajes.** En las viviendas unifamiliares, en todos los sótanos y garajes adjuntos y en los garajes independientes con instalación eléctrica, se debe instalar por lo menos un tomacorriente. Véase el artículo 210-8.a).2).

### **Artículo 210-8**

2) En los garajes y partes de edificaciones en contacto directo con la tierra situadas a nivel del suelo, que se utilicen como zonas de almacenamiento o de trabajo.

Excepciones:

- 1) Los tomacorrientes que sean fácilmente accesibles.
- 2) Un solo tomacorriente sencillo o doble para dos artefactos, situado dentro de un espacio dedicado para cada artefacto que en uso normal no se desplace fácilmente de un lugar a otro y que vaya conectado con cordón y clavija. Según el artículo 400.7.a).6) ,7 o (8).
- 3) Parqueaderos internos y externos para edificaciones de viviendas multifamiliares.

Se considera que los tomacorrientes instalados bajo las excepciones del artículo 210-8.a).2). No se cumplen los requisitos del artículo 210-52.g).

**h) Recibidores y zonas similares.** En las unidades de vivienda, los recibidores, vestíbulos, corredores, zaguanes y zonas similares, de 3m de largo o más deben tener por lo menos un tomacorriente. Para efectos de este artículo, la longitud del recibidor se mide como la longitud a lo largo del centro del mismo sin pasar por ninguna puerta.

**210-63. Salidas para equipos de calefacción, congeladores y aire acondicionado.** Se debe instalar una salida para tomacorriente monofásica de 125V y 15A o 20A en un lugar accesible para el servicio o mantenimiento de los equipos de calefacción, congeladores y aire acondicionado en las azoteas, áticos y espacios bajo el suelo. Dicha salida debe estar situada al mismo nivel y a menos de 8.0m del equipo de calefacción, refrigeración o aire acondicionado. La salida de tomacorriente no se debe conectar del lado de la carga del dispositivo de desconexión del equipo.

*Excepción. Equipos de las azoteas de viviendas unifamiliares y bifamiliares.*

**Nota: Véase el artículo 210-8 para los requisitos de interruptores de circuito por falla a tierra.**

## SECCIÓN 215. ALIMENTADORES

Parte imprescindible de los sistemas de distribución de energía son las redes de suministro de fluido eléctrico. Técnicamente estos elementos reciben el nombre de alimentadores y para su completa definición debe tenerse en cuenta el alcance, el calibre del conductor y su consecuente capacidad de corriente, la protección contra sobrecorriente, la forma como está configurada la red y la forma como se diagraman. Los anteriores aspectos se especifican a continuación.

**215.1. Alcance.** Esta sección trata de los requisitos de instalación, de la capacidad de corriente y del calibre mínimo de los constructores de los alimentadores que suministran corriente a los circuitos ramales, calculados según la sección 220.

*Excepción: alimentadores de celdas electrolíticas de los que trata el artículo 668-3. C), excepciones 1 y 4.*

### **Artículo 668-3.**

**c) celdas electrolíticas en serie.** Las celdas electrolíticas en serie debe cumplir las disposiciones de los capítulo 1 a 4 de este código.

*Excepciones:*

- 1) *No es necesario que los conductores de las celdas electrolíticas en serie cumplan las disposiciones de las secciones 110, 215, 220 y 225. Véase el artículo 668-11.*

### **Artículo 668-11. Fuente de alimentación de C.C para procesos de celdas en serie.**

**a) No puesta a tierra.** No es necesario poner a tierra los conductores de las fuentes de alimentación de C.C para procesos de celdas en serie.

**b) Encerramientos metálicos puestos a tierra.** Todos los encerramientos metálicos de los equipos e instalaciones de C.C para procesos de celdas en serie que funcionen a más de 50V entre terminales, se deben poner a tierra.

- 1) A través de circuitos con relés de protección, o
- 2) Mediante un conductor de cobre de sección transversal 2 0 como mínimo u otro conductor de conductancia similar.

**c) Requisitos de la puesta a tierra.** Las conexiones de puesta a tierra que exige el artículo 668-11.b) se deben instalar de acuerdo con los artículos 250-112, 113, 115 y 118.

*4) No es necesario que las celdas electrolíticas, sus accesorios y el alambrado de los equipos y dispositivos auxiliares instalados en una zona de trabajo, cumplan lo establecido en las secciones 110, 210, 220 y 225. Vease el artículo 668-30.*

#### **668-30. Equipos Eléctricos fijos y portátiles.**

**a) Equipos eléctricos que no sea necesario poner a tierra.** No es necesario poner a tierra los sistemas de C.A. que alimenten equipos eléctricos fijos y portátiles que haya dentro de la zona de trabajo de celdas electrolíticas en serie.

**b) Superficies conductivas expuestas que no es necesario poner a tierra.** No es necesario poner a tierra las superficies conductivas expuestas, como las carcasas de los equipos eléctricos, los armarios, cajas, motores, canalizaciones y similares que se encuentren en la zona de trabajo de las celdas electrolíticas en serie.

**c) Métodos de alambrado.** Los equipos eléctricos auxiliares como motores, transductores, sensores, aparatos de control y alarmas montados en una celda electrolítica o sobre cualquier superficie energizada, se deben conectar al sistema de alambrado de la propiedad por alguno de los medios siguientes:

1) Cordones multiconductores de uso pesado.

2) Cables o alambres en canalizaciones adecuadas o bandejas portacables metálicas o no metálicas. Si la instalación se hace en tubo metálico, bandejas portacables, cables blindados u otros medios metálicos similares, se deben instalar con separaciones aislantes para que no produzcan una condición eléctrica potencialmente peligrosa.

**d) Protección de los circuitos.** No es necesario proteger los circuitos de controladores e instrumentos que estén totalmente dentro de la zona de trabajo de las celdas electrolíticas en serie.

**e) Conexión equipotencial.** Se permite conectar equipotencialmente los equipos eléctricos fijos a las superficies energizadas de las celdas en serie, a sus accesorios o equipos auxiliares.

Cuando se monte un equipo eléctrico fijo sobre una superficie conductiva energizada, se debe conectar equipotencialmente a la misma.

**Nota: Para la puesta a tierra de los equipos, aparatos y componentes estructurales, véase el Artículo 668-15.**

## **668-15. Puesta a tierra.**

Los equipos, aparatos y componentes estructurales que se deban poner a tierra según lo exigido por la Sección 668, deben cumplir los requisitos de la Sección 250.

*Excepciones:*

1) *No es necesario utilizar una tubería de agua como electrodo.*

2) *Se permite utilizar cualquier electrodo o combinación de electrodos de los descritos en los Artículos 250-81 y 250-83.*

**215-2. Capacidad de corriente y calibres mínimos.** Los conductores de los alimentadores deben tener una capacidad de corriente no menor a la necesaria para alimentar las cargas calculadas en las partes B, C y D de la sección 220. Los calibres mínimos deben ser los especificados en los siguientes apartados a) y b) en las condiciones estipuladas. Los conductores del alimentador de una unidad de vivienda o una vivienda móvil no tienen que ser de mayor calibre que los conductores de acometida. Para calcular la sección transversal (calibre) de los conductores, véase en la sección 310, nota 3, Alimentadores monofásicos trifilares y acometidas para unidades de vivienda a 120/240V, de las notas a las tablas de capacidad de corriente de 0 a 2000V.

a) **Para circuitos específicos.** La capacidad de corriente de los conductores del alimentador no deben ser menor a 30A cuando la carga servida consista en alguno de los números y tipos de circuitos: 1) dos o más circuitos ramales bifilares servidos por un alimentador bifilar; 2) más de dos circuitos ramales bifilares servidos por un alimentador trifilar ; 3) dos o más circuitos ramales trifilares conectados a un alimentador trifilar o 4) dos o más circuitos ramales tetrafilares conectados a un alimentar trifásico tetrafilar.

**b) Capacidad de corriente relativa a los conductores de entrada de acometida.** la capacidad de corriente de los de los conductores del alimentador no deberá ser menor a la de los conductores de entrada de acometida cuando los conductores del alimentador trasporten toda la corriente suministrada por conductores de entrada de acometida con una capacidad de corriente de 55A o menos.

**Notas:**

1) Véase ejemplos 1 a 10, Capítulo 9 de la NTC 2050 (Código eléctrico colombiano)

A. Cuadros

**Tabla 8.** Porcentaje de la sección transversal en tubos conduit y tuberías, para el llenado de conductores.

<b>Número de conductores</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>Más de 2</b>
Todos los tipos de conductores	53%	31%	40%

Esta tabla 8 se basa en las condiciones más corrientes de instalación y alineación de los conductores, cuando la longitud de los tramos y el número de curvas de los cables caen dentro de los límites razonables. Sin embargo en determinadas condiciones se podrá ocupar una parte mayor o menor de los tubos conduit.

Notas a los Cuadros Sigüientes:

1) Véase en el apéndice C el número máximo de conductores y alambres de artefactos, todos de la misma sección transversal (área de la sección transversal total incluido el aislamiento), permitidos para los distintos tamaños comerciales de tubos de conduit y tuberías.



- 2) La tabla 8 se aplica sólo a sistemas completos de tubo conduit o tuberías y no se destina para aplicar a las secciones de conduit o tuberías que se emplean para proteger contra daños físicos el alambrado expuesto.
- 3) Para calcular el porcentaje de ocupación de tubería o conduit, hay que incluir los conductores de puesta a tierra o de conexión equipotencial de los equipos, cuando se instalen. En los cálculos se debe utilizar las dimensiones reales de dichos conductores, tanto si están aislados como desnudos.
- 4) Cuando entre las cajas, armarios y encerramientos similares se instalan niples de conduit o tuberías cuya longitud máxima no supera 0.6m, se permite que esos niples estén ocupados hasta el 60% de su sección transversal total y que no se aplique lo que establece la nota. 8.a) a las tablas de capacidad de corriente de 0 a 2000V del artículo 310.
- 5) Para conductores no incluidos en el capítulo 9, por ejemplo los cables multiconductores, se deben utilizar sus dimensiones reales.
- 6) Para combinaciones de conductores de diferentes secciones transversales (calibres), se aplica los cuadros 5 y 5 A del capítulo 9 para dimensiones de los conductores; el cuadro 4 del mismo capítulo 9 se aplica para las dimensiones de los conduit o tuberías.
- 7) Cuando se calcula el número máximo de conductores permitidos en un conduit o tubería, todos de la misma sección transversal (área total de la sección transversal incluido al aislamiento), si los cálculos del número máximo de conductores permitido dan con un resultado decimal de 0.8 o superior, se debe tomar el número inmediato superior.
- 8) Cuando otros artículos de este Código permitan utilizar conductores desnudos, se permite utilizar las dimensiones de los conductores desnudos del cuadro 8 del capítulo 9.

- 9) Para calcular el porcentaje de ocupación del conduit, un cable multiconductor de 2 o más conductores se considera como un solo conductor. Para cables de sección transversal elíptica, el cálculo de la sección transversal se hace tomando el diámetro mayor de la elipse como diámetro de un círculo.
- 10) Cuando se instalen 3 conductores o cables en la misma canalización, si la relación entre diámetro interior de la canalización y el diámetro exterior del cable o conductor está entre 2.8 y 3.2, se podrían atascar los cables dentro del tubo conduit o tubería, por lo que se debe instalar una canalización de tamaño comercial inmediatamente superior. Aunque también se pueden atascar los cables dentro de una canalización cuando se utilizan 4 o más, la probabilidad de que esto suceda es muy baja.

**Cuadro 2.** Dimensiones y porcentaje de la sección de los tubos y tuberías (sección de los tubos y tuberías ocupada por las combinaciones de cables permitidas en el cuadro 1, capítulo 9)

Tamaño comercial		Tuberías eléctricas metálicas (EMT)					Tuberías eléctricas no metálicas				
pulgadas	mm	Diámetro interior. mm	Sección total 100%, mm <sup>2</sup>	Dos hilos, 31%, mm <sup>2</sup>	Más de dos hilos, 40%, mm <sup>2</sup>	Un hilo, 53%, mm <sup>2</sup>	Diámetro interior. mm <sup>2</sup>	Sección total 100%, mm <sup>2</sup>	Dos hilos, 31%, mm <sup>2</sup>	Mas de dos hilos, 40%, mm <sup>2</sup>	Un hilo, 53%, mm <sup>2</sup>
1/2	16	15,80	196,1	60,85	78,71	103,87	14,22	158,71	49,03	63,87	84,52
3/4	21	20,93	343,9	106,45	137,42	182,58	19,30	292,9	90,96	116,77	154,84
1	27	26,64	557,4	172,90	223,23	296,48	25,40	506,45	156,77	202,58	268,39
1 ¼	35	35,05	965,2	299,35	385,81	511,61	34,04	909,68	281,93	363,87	481,93
1 ½	41	40,89	1313,6	407,1	525,16	696,13	39,88	1249,03	387,1	499,35	661,93
2	53	52,50	2165,2	670,97	865,80	1147,09	51,31	2067,74	641,29	827,1	1096,13
2 ½	63	69,37	3779,3	1171,61	1511,61	2008,22	—	—	—	—	—
3	78	85,24	5707,1	1123,87	2282,58	3024,51	—	—	—	—	—
3 ½	91	97,38	7448,4	2309,03	2979,35	3947,73	—	—	—	—	—
4	104	110,08	9518,0	1014,84	3807,09	5044,51	-----	-----	-----	-----	-----
Tamaño comercial		Tubo conduit metálico flexible					Tubo conduit metálico intermedio (IMC)				

pulgadas	mm	Diámetro interior. mm	Sección total 100%, mm <sup>2</sup>	Dos hilos, 31%, mm <sup>2</sup>	Más de dos hilos, 40%, mm <sup>2</sup>	Un hilo, 53%, mm <sup>2</sup>	Diámetro interior. mm <sup>2</sup>	Sección total 100%, mm <sup>2</sup>	Dos hilos, 31%, mm <sup>2</sup>	Mas de dos hilos, 40%, mm <sup>2</sup>	Un hilo, 53%, mm <sup>2</sup>
3/8	10	9,75	74,84	23,23	29,68	39,36	—	—	—	—	-----
1/2	16	16,13	204,52	63,23	81,94	108,39	16,76	220,64	68,39	88,39	116,77
3/4	21	20,93	343,87	106,45	137,42	181,94	21,95	378,06	117,42	151,61	200,64
1	27	25,91	527,1	163,23	210,97	279,35	28,07	618,71	191,61	247,74	327,74
1 ¼	35	32,39	823,87	255,48	329,68	436,77	36,78	1061,93	329,03	424,52	562,58
1 ½	41	39,07	1198,06	371,61	479,35	634,84	42,75	1434,19	444,52	573,55	758,00
2	53	51,82	2109,03	653,55	843,22	1117,42	54,61	2341,29	725,81	936,77	1240,64
2 ½	63	63,50	3167,09	981,93	1267,09	1678,71	64,95	3312,90	1027,09	1325,16	1756,13
3	78	76,20	4560,64	1413,55	1823,87	2416,77	80,67	5110,96	1584,51	2 044,51	2709,03
3 3/2	91	88,90	6207,08	1924,51	2482,58	3285,8	93,24	6828,37	2116,77	2731,61	3619,35
4	103	101,6	8107,08	2513,54	3243,22	4296,77	105,82	8794,18	2726,45	3517,41	4660,64

Tamaño comercial		Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (Tipo FNMC - B*)					Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos (tipo FNMC- A*)				
pulgadas	mm	Diámetro interior. mm	Sección total 100 %, mm <sup>2</sup>	Dos hilos, 31%, mm <sup>2</sup>	Más de dos hilos, 40 %, mm <sup>2</sup>	Un hilo, 53%, mm <sup>2</sup>	Diámetro interior. mm <sup>2</sup>	Sección total 100%, mm <sup>2</sup>	Dos hilos, 31%, mm <sup>2</sup>	Mas de dos hilos, 40%, mm <sup>2</sup>	Un hilo, 53%, mm <sup>2</sup>
3/8	10	12,55	123,87	38,06	49,68	65,81	12,57	123,87	38,71	49,68	65,81
1/2	16	16,05	202,58	62,58	80,65	107,1	16,00	201,29	62,58	80,65	106,45
3/4	21	21,08	349,03	108,39	139,36	185,16	20,96	345,16	107,1	138,06	182,58
1	27	26,77	562,58	174,19	225,16	298,06	26,49	550,97	170,97	220,0	291,61
1 ¼	35	35,43	985,80	305,81	394,19	522,68	35,13	968,39	300,0	387,1	513,55
1 ½	41	40,34	1276,77	396,13	510,97	676,77	40,72	130129	403,23	520,64	689,68
2	53	51,64	2093,54	649,03	837,42	1109,68	52,40	2155,48	668,39	861,93	1142,58
* Corresponde al Artículo 351-22.2)						* Corresponde al Artículo 351-22.1)					

Tamaño comercial		Tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos					Tubo conduit metálico rígido (Rigid)				
pulgadas	mm	Diámetro interior. mm	Sección total 100%,mm <sup>2</sup>	Dos hilos, 31%, mm <sup>2</sup>	Más de dos hilos, 40%, mm <sup>2</sup>	Un hilo, 53%, mm <sup>2</sup>	Diámetro interior. mm <sup>2</sup>	Sección total 100%, mm <sup>2</sup>	Dos hilos, 31%, mm <sup>2</sup>	Mas de dos hilos, 40%,mm <sup>2</sup>	Un hilo, 53%,mm <sup>2</sup>
3/8	10	12,55	123,87	38,06	49,68	65,81	—	—	.....	—	—
1/2	16	16,05	202,58	62,58	80,65	107,1	16,05	202,58	6£58	8065	107,1
3/4	21	21,08	349,03	108,39	139,35	185,16	21,23	354,19	109,68	141,94	187,74
1	27	26,77	562,58	174,19	225,16	298,06	27,00	572,9	177,42	229,03	30323
1 ¼	35	35,43	985,80	305,81	394,19	522,58	35,41	984,51	305,16	393,55	521,93
1 ½	41	40,34	1276,77	396,13	510,97	676,77	41,25	1336,13	414,19	534,84	708,39
2	53	51,64	2093,54	649,03	837,42	1109,68	52,91	2198,71	681,29	879,35	1165,16
2 ½	63	63,32	3147,74	976,13	1259,35	1668,38	63,22	3139,35	972,90	1255,48	1663,87
3	78	78,36	4822,57	1494,84	1929,03	2556,12	78,49	4838,05	1500,0	1935,48	2564,51
3 3/2	91	89,41	6278,05	1946,45	2511,61	3327,74	90,68	6458,06	2001,93	2583,2	3422,57
4	103	102,11	8188,37	2538,70	3275,48	4340,00	102,87	8311,6	2576,77	3324,51	4 406,15
5	129	—	—	—	—	—	128,85	13040,6	4042,57	5216,11	6911,6
6	155	—	—	—	—	—	154,76	18811,58	5831,6	7524,50	9970,30

tamaño comercial		Tubo conduit dt PVC rígido. Schedule 80					Tubo conduit de PVC rígido, Schedule 40 y conduit HDPE				
pulgadas	mm	Diámetro interior. mm	Sección total 100%,mm <sup>2</sup>	Dos hilos, 31%, mm <sup>2</sup>	Más de dos hilos, 40%, mm <sup>2</sup>	Un hilo, 53%, mm <sup>2</sup>	Diámetro interior. mm <sup>2</sup>	Sección total 100%, mm <sup>2</sup>	Dos hilos, 31%, mm <sup>2</sup>	Mas de dos hilos, 40%,mm <sup>2</sup>	Un hilo, 53%,mm <sup>2</sup>
½	21	13,36	140,0	43,23	56,13	74,19	15,29	183,87	56,77	73,55	97,42
¾	26	18,34	263,87	81,94	105,81	140,0	20,42	327,74	101,29	130,97	173,55
1	33	23,77	443,87	137,42	177,42	235,48	26,14	536,77	166,45	214,84	284,52
1 ¼	42	31,88	798,06	247,1	319,35	423,22	34,54	937,42	290,32	374,84	496,77
1 ½	48	37,49	1103,86	341,93	418,1	585,16	40,39	1281,29	397,42	512,26	678,71
2	60	48,59	1854,19	574,84	741,93	982,58	51,99	2123,22	658,06	849,03	1125,16
2 ½	73	58,17	2657,41	823,87	1062,58	1408,38	62,10	3029,03	938,71	1211,61	1605,16
3	88	72,75	4156,12	1288,38	1662,58	2202,58	77,27	4689,02	1453,55	1875,48	2486,15
3 ½	104	84,48	5605,15	1737,42	2 241,93	2970,96	89,43	6281,92	1947,09	2512,9	3329,67
4	114	96,16	7263,21	2251,61	2905,16	3849,67	101,55	8099,34	2510,96	3240,0	4292,89
5	141	121,11	11619,33	3570,96	4607,73	6105,15	127,41	12749,0	3952,25	5099,34	6755,76
6	168	146,00	16614,81	5119,34	6606,79	8752,89	153,19	18430,29	5713,54	737224	9768,37

Tamaño comercial		Tubo conduit de PVC rígido Tipo A					Tubo conduit de PVC Tipo EB				
pulgadas	mm	Diámetro interior. mm	Sección total 100%, mm <sup>2</sup>	Dos hilos, 31%, mm <sup>2</sup>	Más de dos hilos, 40%, mm <sup>2</sup>	Un hilo, 53%, mm <sup>2</sup>	Diámetro interior. mm <sup>2</sup>	Sección total 100%, mm <sup>2</sup>	Dos hilos, 31%, mm <sup>2</sup>	Mas de dos hilos, 40%, mm <sup>2</sup>	Un hilo, 53%, mm <sup>2</sup>
½	21	17,78	248,39	76,77	99,35	131,61	—	—	—	—	—
¾	26	23,11	419,35	130,32	167,74	222,58	—	—	—	—	—
1	33	29,85	699,35	216,77	280,0	370,97	—	—	—	—	—
1 ¼	42	38,10	1140,0	353,55	455,13	604,51	—	—	—	—	—
1 ½	48	43,69	1499,35	464,51	598,35	794,19	—	—	—	—	—
2	60	54,74	2352,9	729,68	941,28	1247,1	56,41	2499,35	774,84	1000,0	1324,51
2 ½	73	66,93	3518,1	1090,32	1407,1	1864,51	—	—	—	—	—
3	88	82,04	5286,44	1638,71	2114,83	2801,93	84,84	5618,7	1741,93	2247,74	2978,1
3 ½	104	93,73	6899,34	2138,71	2760,0	3656,77	96,62	7332,24	2272,9	2932,89	3886,44
4	114	106,17	8853,53	2744,51	3541,28	4692,25	108,94	9321,27	2889,67	3728,38	4940,0
5	141	—	—	—	—	—	136,03	14319,33	4439,35	5727,73	7589,66
6	168	—	—	—	—	—	16093	20341,9	6305,79	8136,76	10781,27

**Cuadro 3.** Dimensiones de los conductores aislados y cables de aparatos

Tipos: AF, FFH-2, RFH-1, RFH-2, RH, RHH*, RHW*, RHW-2*, RHH, RHW, RHW-2, SF-1, SF-2, SFF-1, SFF-2, TF, TFF, THHW, THW, THW-2, TW, XF, XFF				
Tipo	Calibre AWG o kcmil	Secc. Transv. cond. (mm <sup>2</sup> )	Diámetro aprox. (mm)	Sección aprox. total (mm <sup>2</sup> )
RFH-2	18	0,82	3,5	9,4
FFH-2	16	1,31	3,8	11,1
RH	14	2,08	4,1	13,5
	12	3,30	4,6	16,8
RHW-2,	14	2,08	4,9	18,9
RHH	12	3,30	5,4	22,8
RHW	10	5,25	5,9	28,2
RH,	8	8,36	8,3	53,9
RHH	6	13,29	9,3	67,2
RHW	4	21,14	10,5	86,0
RHW-2	3	26,66	11,2	98,1
	2	33,62	11,9	112,9
	1	42,2	14,8	171,6
	1/0	53,50	15,8	196,1
	2/0	67,44	16,9	226,1
	3/0	85,02	18,3	262,7
	4/0	107,21	19,8	306,7
	250	126,67	22,7	405,9
	300	152,01	24,1	457,3
	350	177,34	25,4	507,8
	400	202,68	26,6	556,5
	500	253,35	28,8	650,5
	600	304,02	31,6	782,9
	700	354,69	33,4	874,9
	750	380,02	34,2	920,8
	800	405,36	35,1	965,0
	900	456,03	36,7	1056,6
	1000	506,70	38,2	1143,2
	1250	633,38	43,9	1514,9
	1500	760,05	47,0	1738,0
	1750	886,73	49,9	1959,8
	2000	1013,40	52,6	2 175,6
SF-2, SFF-2	18	0,82	3,1	7,4
	16	1,31	3,4	8,97
	14	2,08	3,8	11,1
SF-1, SFF-1	18	0,82	2,3	4,2
RFH-1, AF, XF, XFF	18	0,82	2,7	5,2
AF, TF, TFF, XF, XFF	16	1,31	3,0	7,0
AF, TW, XF, XFF	14	2,08	3,4	8,9
TW	12	3,30	3,9	11,1
	10	5,25	4,5	15,7
	8	8,36	5,9	28,2
RHH*, RHW*, RHW-2*, THHW, THW, THW-2	14	2,08	4,1	13,4

\*Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento externo

**Nota:** La columna sección aprox. Total se refiere a la sección transversal del conductor más el aislamiento.

\*Los tipos RHH, RHW y RHW-2 sin recubrimiento externo

Tipos: AF, RHH*. RHW*, RHW-2*. RHHN, RHHW, THW, THW-2, TFN, TFFN, THWN, THWN-2, XF, XFF				
Tipo	Calibre AWG o kcmil	Seca Transv. cond. (mm <sup>2</sup> )	Diámetro aprox. (mm)	Sección aprox. total (mm <sup>2</sup> )
RHH*, RHW*, RHW-2* THH, THW, AF, XF, XFF RHH', RHW*, RHW-2*. THHW, THW, THW-2	12	3,30	4,6	16,8
	10	5,25	5,2	21,5
	8	8,36	6,8	35,9
TW, THW THHW THW-2 RHH* RHW* RHW-2*	6	13,29	7,7	46,8
	4	21,14	6,9	62,8
	3	26,66	9,7	73,2
	2	33,62	10,5	86
	1	42,2	12,5	122,6
	1/0	53,50	13,5	143,4
	2/0	67,44	14,7	169,3
	3/0	85,02	16,0	201,1
	4/0	107,21	17,5	239,9
	250	126,67	19,4	296,5
	300	152,01	20,3	340,7
	350	177,34	22,1	384,4
	400	202,68	23,3	427,0
	500	253,35	25,5	509,7
	600	304,02	28,3	627,7
	700	354,69	30,1	710,3
	750	380,02	30,9	751,7
	800	405,36	31,8	791,7
	900	456,03	33,4	874,9
	1000	506,70	34,8	953,8
1250	633,38	39,1	1200,1	
1500	760,05	42,2	1399,7	
1750	886,73	45,1	1598,3	
2 000	1013,40	47,8	1794,7	
TEN	18	0,82	2,1	3,6
TIFF	16	1,31	2,4	4,7
THHN THWN THWN-2	14	2,08	2,8	6,3
	12	3,30	3,3	8,6
	10 •	5,25	4,2	13,6
	8	8,36	5,5	23,6
	6	13,29	5,5	32,7
	4	21,14	8,2	53,2
	3	26,66	3,9	62,8
	2	33,62	9,8	74,7
	1	42,2	11,3	100,8
	1/0	53,50	12,3	119,7
	2/0	67,44	13,5	143,4
	3/0	85,02	14,8	172,8
	4/0	107,21	16,3	2 08,8
	250	126,67	18,1	2 56,1
	300	152,01	19,5	2 97,3

\*Los tipos RHH,RHW y RHW-2 sin recubrimiento externo

Tipos: FEP, FEPB, PAF, PAFF, PF, PFA, PFAH, PFF, PGF, PGFF, PTF, PTFE, TFE, THHN, THWN, THWN-2. ZF. ZFF				
Tipo	Calibre AWG o kcmil	Secc. transv. cond. (mm <sup>2</sup> )	Diámetro aprox. (mm)	Sección aprox. total (mm <sup>2</sup> )
THHN THWN THWN-2	350	177,34	20,8	338,2
	400	202,68	21,9	378,3
	500	253,35	24,1	456,3
	600	304,02	26,7	559,7
	700	354,69	28,5	637,9
	750	380,02	29,3	677,2
	800	405,36	30,2	715,2
	900	456,03	31,8	794,3
1000	506,70	33,3	869,5	
PF, PUFF, PGF, PFF	18	0,82	2,2	3,7
PTF, PAF, PTFE, PAFF	16	1,31	2,5	4,8
PF, PGFF, PGF, PFF PTF, PAF, PTFE PAFF, TFE, FEP, PFA FEPB, PFAH	14	2,08	2,9	6,5
TFE, FEP PFA, FEPB PFAH	12	3,30	3,4	8,8
	10	5,25	3,9	12,3
	8	8,36	5,2	21,5
	6	13,29	6,2	30,2
	4	21,14	7,4	43,2
	3	26,66	8,1	51,9
	2	33,62	8,9	62,8
TFE, PFAH	1	42,2	10,7	90,3
TFE PFA PFAH, Z	1/0	53,50	11,7	108,1
	2/0	67,44	12,9	130,8
	3/0	85,02	14,2	158,9
	4/0	107,21	15,7	193,5
ZF, ZFF	18	0,82	1,9	2,9
	16	1,31	2,2	3,9
Z, ZF, ZFF	14	2,08	2,6	5,4
Z	12	3,30	3,1	7,5
	10	5,25	3,9	12,3
	8	8,36	4,9	19,5
	6	13,29	5,9	27,7
	4	21,14	7,2	40,3
	3	26,66	8,4	55,2
	2	33,62	9,2	66,4
	1	42,2	10,2	81,9

tipos: KF-1, KF-2, KFF-1, KFF-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW				
Tipo	Calibre AWG o kcmil	Secc. transv. cond. (mm <sup>2</sup> )	Diámetro aprox. mm	Sección aprox. total (mm <sup>2</sup> )
XHHW, ZW XHHW-2 XHH	14	2,08	3,4	8,9
	12	3,30	3,9	11,7
	10	5,25	4,5	15,7
	8	8,36	5,9	28,2
	6	13,29	6,9	38,1
	4	21,14	8,2	52,5
	3	26,66	8,9	62,1
XHHW XHHW-2 XHH	2	33,62	9,7	73,9
	1	42,2	11,2	98,9
	1/0	53,50	12,2	117,7
	2/0	67,44	13,4	141,3
	3/0	85,02	14,7	170,5
	4/0	107,21	16,2	206,3
	250	126,67	17,9	251,9
	300	152,01	19,3	292,6
	350	177,34	20,6	333,3
	400	202,68	21,8	373,0
	500	253,35	23,9	450,6
	600	304,02	26,7	561,9
	700	354,69	28,5	640,2
	750	380,02	29,4	679,5
	800	405,36	30,2	717,6
	900	456,03	31,9	796,8
	1000	506,70	33,3	872,2
1250	633,38	37,6	1108,4	
1500	760,05	40,7	1300,5	
1750	886,73	43,6	1492,1	
2000	1013,40	46,3	1682,1	
KF-2 KFF-2	18	0,82	1,6	2,0
	16	1,31	1,9	2,8
	14	2,08	2,3	4,1
	12	3,30	2,8	6,0
	10	5,25	3,4	8,9
KF-1 KFF-1	18	0,82	1,4	1,7
	16	1,31	1,8	2,4
	14	2,08	2,1	3,5
	12	3,30	2,6	5,4
	10	5,25	3,2	8,2



**Cuadro 3A.** Dimensiones\* y secciones estándar de cables de aluminio compactos

Conductores desnudos			Tipos THW y THHW		Tipo THHN		Tipo XHHW		Sección transversal mm <sup>2</sup>
Calibre en AWG o Kcmils	Nro. de conductores trenzados	Diámetro mm	Diámetro aproximado mm	Sección aproximada mm <sup>2</sup>	Diámetro aproximado mm	Sección aproximada mm <sup>2</sup>	Diámetro aproximado mm	Sección aproximada mm <sup>2</sup>	
8	7	3,4	6,5	32,9	—	—	5,7	25,4	8,36
6	7	4,3	7,4	42,6	6,1	29,2	6,6	34,2	13,29
4	7	5,4	8,5	56,8	7,7	47,1	7,7	47,1	21,14
2	7	6,8	9,9	77,0	9,1	65,6	9,1	65,6	33,62
1	19	7,6	11,8	109,5	10,5	87,2	10,5	87,2	42,20
1/0	19	8,5	12,7	126,6	11,4	102,6	11,4	102,6	53,50
2/0	19	9,6	13,8	150,5	12,6	124,1	12,4	121,6	67,44
3/0	19	10,7	14,9	176,3	13,7	147,7	13,7	147,7	85,02
4/0	19	12,1	16,4	210,8	15,1	179,4	15,0	176,3	107,21
250	37	13,2	18,4	266,3	17,0	227,7	16,8	220,7	126,67
300	37	14,5	19,7	304,3	18,3	262,6	18,2	259,0	152,01
350	37	15,6	20,8	340,7	19,6	301,7	19,3	292,6	177,34
400	37	16,7	21,9	379,1	20,7	336,5	20,3	324,3	202,68
500	37	18,7	23,9	447,7	22,5	396,8	22,4	392,4	253,35
600	61	20,7	26,7	558,6	25,0	491,6	24,9	486,6	304,02
700	61	22,3	28,2	624,3	26,7	558,6	26,7	558,6	354,69
750	61	23,1	29,2	670,1	27,3	585,5	27,7	602,0	380,02
1000	61	26,9	32,6	836,6	31,9	798,1	31,2	766,6	506,70

\*Estas dimensiones proceden de fuentes de la industria

**Cuadro 4. Propiedades de los conductores**

Calibre AWG Kcmils	sección transv. mm <sup>2</sup>	Conductores				Resistencia en C.C. a 75°C		
		Trenzados		Todos		Cobre		Aluminio
		Canti- dad	Diám. en mm	Diám. en mm	sección mm <sup>2</sup>	Sin recubrir ohmios/km	Recubierto ohmios/km	ohmios/km
18	0,82	1	--	1,02	0,65	25,49	26,51	41,99
18		7	0,38	1,17	1,29	26,08	27,72	42,98
16	1,31	1	--	1,30	1,29	16,04	16,67	26,41
16		7	0,48	1,47	1,94	16,37	17,36	26,96
14	2,08	1	--	1,63	1,94	10,07	10,47	16,6
14		7	0,61	1,85	2,58	10,3	10,7	16,96
12	3,31	1	--	2,06	3,23	6,33	6,59	10,43
12		7	0,76	2,34	3,87	6,49	6,73	10,66
10	5,26	1	--	2,59	5,16	3,97	4,13	6,56
10		7	0,97	2,95	7,1	4,07	4,23	6,69
8	8,37	1	--	3,25	8,39	2,51	2,58	4,13
8		7	1,24	3,71	10,97	2,55	2,65	4,20
6	13,30	7	1,55	4,67	17,42	1,61	1,67	2,65
4	21,15	7	1,96	5,89	27,1	1,01	1,05	1,67
3	26,66	7	2,21	6,6	34,19	0,80	0,833	1,32
2	33,63	7	2,46	7,42	43,23	0,64	0,659	1,05
1	42,41	19	1,68	8,43	56,13	0,51	0,525	0,83
1/0	53,51	19	1,88	9,45	70,32	0,4	0,417	0,66
2/0	67,44	19	2,13	10,62	88,39	0,317	0,331	0,52
3/0	85,03	19	2,39	11,94	111,61	0,251	0,261	0,41
4/0	107,22	19	2,69	13,41	141,29	0,199	0,205	0,33
250	--	37	2,08	14,61	167,74	0,169	0,175	0,278
300	--	37	2,23	16,0	201,29	0,141	0,146	0,232
350	--	37	2,46	17,3	234,84	0,120	0,125	0,198
400	--	37	2,64	18,49	268,39	0,105	0,109	0,174
500	--	37	2,95	20,65	334,84	0,085	0,087	0,139
600	--	61	2,51	22,68	403,87	0,070	0,073	0,116
700	--	61	2,72	24,49	470,97	0,060	0,062	0,099
750	--	61	2,82	25,35	504,52	0,0561	0,058	0,093
800	--	61	2,90	26,16	538,06	0,0528	0,054	0,087
900	--	61	3,1	27,79	606,45	0,047	0,048	0,077
1000	--	61	3,25	29,26	672,26	0,042	0,043	0,0696
1250	--	91	2,97	32,74	841,93	0,034	0,035	0,0554
1500	--	91	3,25	35,86	1010,32	0,02815	0,0272	0,0463
1750	--	127	2,97	38,76	1180	0,02411	0,0248	0,0397
2000	--	127	3,2	41,45	1349,67	0,0211	0,0217	0,0348

(Notas al cuadro 4)

Estos valores de resistencia son validos SOLAMENTE para los parámetros indicados. Los valores varían para conductores de distinto trenzado y sobre todo para otras temperaturas.

La fórmula para otras temperaturas es  $R_2 = R_1 (1 + (T_2 - 75))$ . Donde = 0.00323 para el cobre y 0.00330 para el aluminio.

Los conductores con trenzado compacto y comprimido tienen aproximadamente un 9 y un 3 por 100 menos de diámetro, respectivamente,

que los conductores desnudos  $q$  aparecen en el cuadro. Para las dimensiones reales de los cables compactos, véase el cuadro 3A.

Conductividad aplicada, según IACS: cobre desnudo = 100%, aluminio = 61%.

El trenzado de clase B está listado para algunas secciones como si fuera macizo. Su sección y diámetro son los de la circunferencia circunscrita.

(NOTA: Los datos sobre construcción de los cables proceden de NEMA WC8-1988. La resistencia se calcula según el handbook 100 de la National Bureau of Standards (1966) y el handbook 109 (1972).

- 2) Los conductores de alimentadores tal como están definidos en la sección 100, con un calibre que evite una caída de tensión superior al 3% en la salida más lejana para potencia, calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas y en los que la caída máxima de tensión de los circuitos alimentador y ramales hasta la salida más lejana no supere el 5%, ofrece una eficiencia de funcionamiento razonable.
- 3) Véase el artículo 210-19.a), para la caída de tensión de los conductores de los circuitos ramales.

### **215-3. PROTECCIÓN CONTRA SOBRE CORRIENTES.**

Los alimentadores deben estar protegidos contra sobre corrientes según lo establecido en la parte A de la sección 240.

### **215-4. Alimentadores con neutro común.**

- a) **Alimentadores con neutro común.** Se permite que los alimentadores que contengan un neutro común alimenten dos o tres grupos de alimentadores trifilares o dos grupos de alimentadores tetra o pentafilares.

**b) En conductores o encerramientos metálicos.** Cuando estén instalados en un conducto u otro encerramiento metálico, todos los conductores de todos los alimentadores con un neutro común deberán estar encerrados en el mismo conducto u otro encerramiento, como exija el Artículo 300-20.

#### **215-5. DIAGRAMAS DE LOS ALIMENTADORES.**

Si lo exige la autoridad competente, antes de la instalación de los alimentadores se debe presentar un diagrama q recoja los detalles de dichos circuitos. Dicho diagrama debe presentar la superficie en metros cuadrados de la edificación u otra estructura alimentada por cada circuito, la carga total conectada antes de aplicar factores de demanda, los factores de demanda aplicados, la carga calculada después de aplicar los factores de demanda y el equipo y el calibre de los conductores utilizados.

## CAPITULO 3

### EJEMPLO DE APLICACIÓN: EDIFICIO ALTOS DE CENTENARIO

#### LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

A continuación se presentara un ejemplo donde se hace efectiva la presentación del presente manual con el fin de ilustrar como se realiza la evaluación del nivel del riesgo y el sistema de apantallamiento.

Se presentara un edificio de 5 pisos el cual requiere sistema de apantallamiento.



## **BIBLIOGRAFÍA**

- NTC 4552, Evaluación Del Nivel De Riesgo - Norma Técnica Colombiana.
- NTC 2050, Código Eléctrico Colombiano - Norma Técnica Colombiana.
- RETIE, Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.

## CONCLUSIONES

- Se destacó la importancia que tiene la aplicación del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) y la Norma Técnica Colombiana (NTC2050) en el momento de hacer un diseño eléctrico.
- Se facilitó la interpretación y el manejo de dos herramientas muy importantes para hacer un diseño eléctrico como lo son el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) y la Norma Técnica Colombiana (NTC 2050).
- Se conoció los requerimientos para hacer un diseño eléctrico teniendo en cuenta la normatividad local (Norma de la EEP).

**ANEXOS**