



CONTENIDO

<i>Diseño de las Instalaciones Eléctricas</i>	2
<i>Cargas Eléctricas en la Vivienda</i>	3
<i>Diseño de los Circuitos Ramales y sus Protecciones</i>	7
<i>Desarrollo de los Circuitos Ramales en la Vivienda</i>	12
<i>Diseño del Circuito Alimentador y su Protección</i>	13
<i>Alambrado</i>	15
<i>Selección de Calibre de los Conductores de Tierra</i>	21
<i>Método de Identificación de los Conductores</i>	24
<i>Selección de la Tubería Conduit</i>	26
<i>Resumen de Elementos Utilizados en las Instalaciones Eléctricas</i>	27
<i>Unión y Conexión de los Conductores</i>	28
<i>Conclusión</i>	30



GUÍA PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DOMICILIARIAS SEGURAS

Acorde al RETIE y al Código Eléctrico Colombiano

La entrada en vigencia del RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas) a partir del 1 de mayo de 2005, "establece medidas que garantizan la seguridad de las personas minimizando o eliminando riesgos de origen eléctrico", hace obligatorio que "toda instalación eléctrica nueva, toda ampliación de una instalación eléctrica y toda remodelación de una instalación eléctrica", cumplan con lo establecido por el reglamento.

Dentro de los requisitos a cumplir se destacan:

RETIE Artículo 17 REQUISITOS DE PRODUCTOS: establece que “los productos de mayor utilización en instalaciones eléctricas deben presentar Certificado de Conformidad antes de su instalación.”

RETIE Artículo 40 REQUISITOS PARA INSTALACIONES DOMICILIARIAS: declara como de “obligatorio cumplimiento” los 7 primeros capítulos de la norma NTC 2050 del Código Eléctrico Colombiano; anteponiendo siempre los requisitos que contenga el RETIE.

En armonía y en desarrollo de la anterior normatividad, CENTELSA presenta una GUÍA PARA INSTALACIONES DOMICILIARIAS SEGURAS, con el objetivo de servir como una referencia para diseñar, construir y mantener una instalación domiciliaria, la utilización y aplicación de esta guía son responsabilidad del profesional encargado del diseño y construcción de la instalación, quien debe cumplir en un todo con el RETIE y con la norma NTC 2050.

Una instalación eléctrica que cumpla con las disposiciones del RETIE y la norma NTC 2050 (diseño y construcción), estará prácticamente libre de riesgos y salvaguardará la vida y bienes de las personas.

Esta guía es el desarrollo de un ejemplo práctico, en el cual se describen paso a paso los procedimientos y cálculos, además se han copiado los apartes aplicables o bases tomadas del RETIE y la norma NTC 2050.

DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

El desarrollo de una instalación eléctrica residencial comienza con los requerimientos del usuario y los requisitos básicos mínimos del RETIE. En el siguiente ejemplo se tendrán en cuenta estos requerimientos y las exigencias de la norma NTC 2050, de acuerdo con los siguientes criterios de seguridad:

- Cálculo correcto de corriente de los aparatos.
- Cálculo de las cargas en una unidad de vivienda.
- Diseño de los circuitos ramales y sus protecciones asociadas.
- Diseño de los circuitos alimentadores y sus protecciones asociadas.
- Selección de los conductores CENTELSA adecuados, de acuerdo con los criterios normalizados.
- Selección adecuada de capacidad de corriente de los conductores CENTELSA dentro de la instalación.
- Selección apropiada de los elementos del sistema de puesta a tierra de la unidad de vivienda.
- Métodos de identificación de los conductores CENTELSA en la instalación.
- Cantidad de conductores permitidos en una canalización.
- Condiciones de empalme y conexiones.

La Norma NTC 2050 en la Sección 110, indica los requerimientos de las instalaciones eléctricas de conductores y equipos eléctricos.

Al elaborar el diseño de la instalación eléctrica residencial, es necesario tener definida la construcción u obra civil donde se realizará, como lo muestra la figura 1.

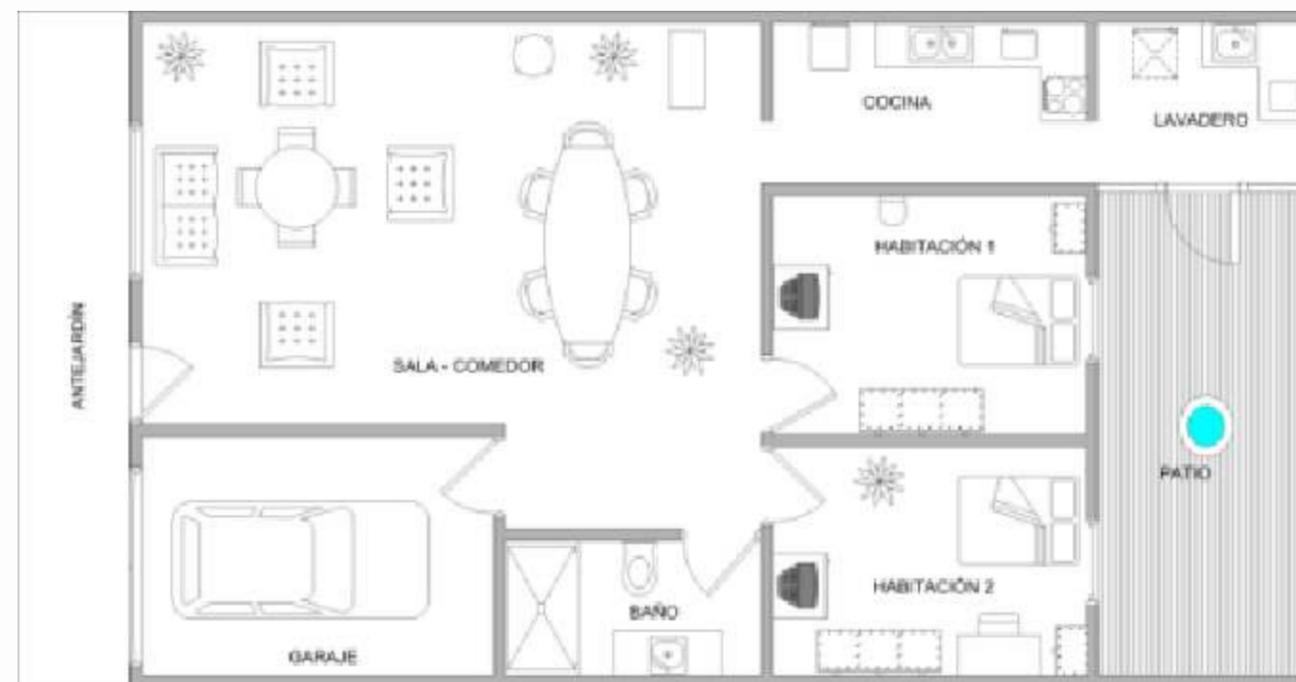


Figura 1. Plano de la obra civil para el ejemplo.

CARGAS ELÉCTRICAS EN LA VIVIENDA

Selección de las Cargas

Una instalación residencial contiene elementos tales como bombillas conectadas en portabombillas, aparatos que van conectados a través de tomacorrientes y otros. La distribución de estos elementos en el plano de la instalación de la unidad de vivienda depende de las necesidades del usuario y de los requisitos de la Norma (NTC

2050 y RETIE). Uno de estos requisitos por ejemplo, especifica la ubicación de los tomacorrientes así: ningún tomacorriente se instalará en una pared a una distancia mayor de 1,80 metros medidos horizontalmente, a lo largo de la línea del suelo, a partir del borde de la pared. Se recomienda que no exista una distancia de separación mayor a 3,60 metros entre tomacorrientes.

En la figura 2 se muestra el plano de la casa que se utilizará como ejemplo para el cálculo, diseño, y construcción de la instalación residencial segura.

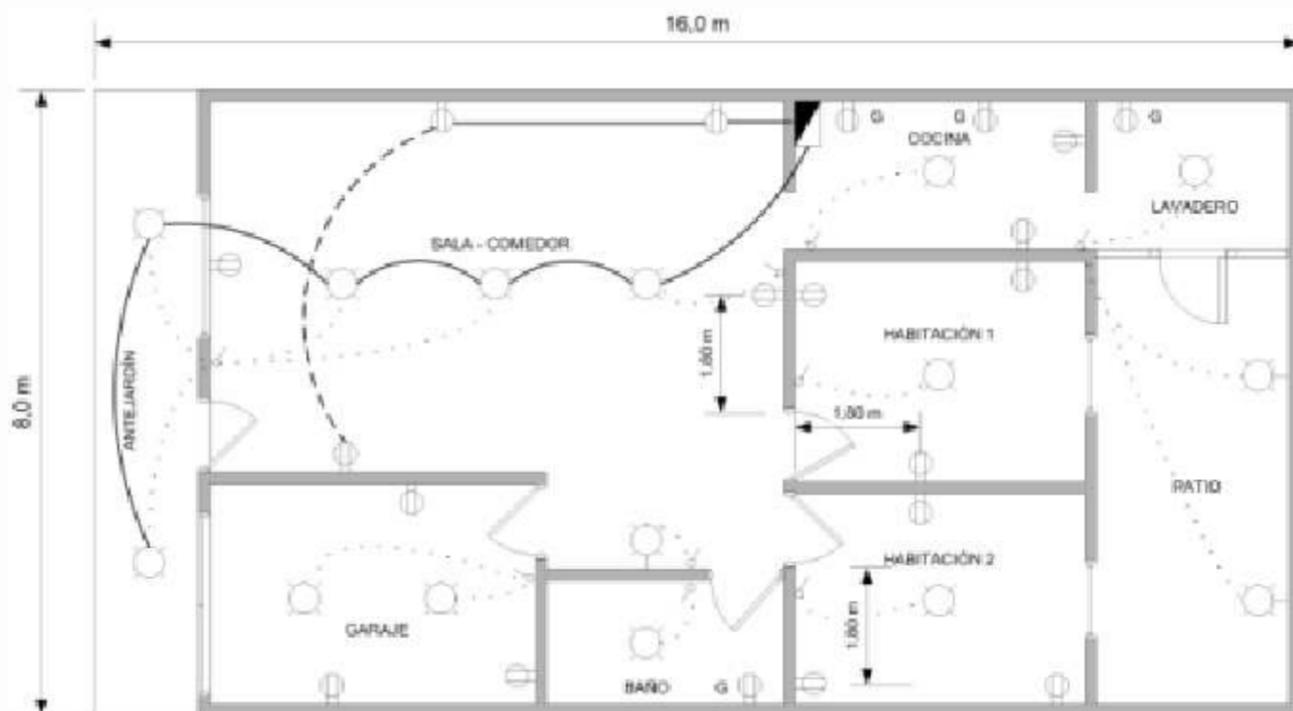


Figura 2. Áreas definidas de la obra civil y elementos instalados.

Los símbolos utilizados son los siguientes:

	Bombilla		Interruptor
	Tomacorriente		Tomacorriente GFCI
	Aplicado		Línea por Muro y Losa
	Línea por Piso	1,2,3	Número del Circuito

Cálculo de Corriente para Bombillas y Tomacorrientes

El cálculo de la corriente permite determinar la capacidad que deben tener los circuitos en los cuales se conectan los aparatos eléctricos en la vivienda, esto determina el calibre de los conductores CENTELSA, la capacidad de las protecciones y la capacidad del sistema de puesta a tierra.

La tabla 1 ilustra el cálculo de la corriente para las bombillas (salidas incandescentes) y los tomacorrientes.

	TENSIÓN DE OPERACIÓN [V]	POTENCIA [VA]	CORRIENTE [A]	NOTAS
SALIDAS DE ALUMBRADO (BOMBILLAS INCANDESCENTES)	120	100	$100/120 = 0,83$	Se escoge la potencia de acuerdo a los datos nominales de las bombillas.
SALIDAS DE TOMACORRIENTES DE PROPÓSITO GENERAL	120	180	$180/120 = 1,5$	El artículo 220-3, inciso c) subinciso 7) de la norma NTC 2050 indica que en las salidas de tomacorriente, cada tomacorriente sencillo o múltiple de un puente se debe considerar a no menos de 180 VA.

Tabla 1. Cálculo de corriente de los elementos de la instalación.

Sin embargo, en la instalación eléctrica de una unidad de vivienda no sólo se tienen bombillas y tomacorrientes de propósito general, además, se deben tener en cuenta las corrientes de los aparatos que consumen una cantidad importante de potencia. Para este ejemplo y como referencia, la tabla 2 muestra datos obtenidos de boletines de algunos operadores de red, los cuales contienen información acerca de la potencia que consumen algunos de los aparatos que pueden estar presentes en una vivienda. Para cada caso específico se debe verificar los valores de potencia, en la placa de características eléctricas de cada equipo.

APARATOS	POTENCIA [W]
Horno-Estufa Residencial	2000
Estufa 2 Boquillas	2500
Estufa 3 Boquillas	3750
Estufa 4 Boquillas	5000
Horno Microondas	1200
Nevera 8 Pies	124
Nevera 12 Pies	175
Plancha	1000
Ventilador Residencial	80
Ducha Instantánea	3500
Bombillo 100 W	100
Computador	250
Lavadora 12 Libras	750
Grabadora	40
Aspiradora	215
Brilladora	215
Cafetera Residencial	700
Licuada	400
Televisor 16 a 20 Pulgadas	80
Calentador 100 Litros	2200

Tabla 2. Valores de referencia de potencia consumida por aparatos eléctricos en la vivienda a 120 V.

Cálculo de las Cargas Totales

¿Cuáles son los Circuitos Ramales en la Vivienda?

Los circuitos ramales son los conductores CENTELSA de un circuito entre el dispositivo final de protección contra sobrecorriente y las salidas. De acuerdo con las especificaciones de la norma NTC 2050 en sus artículos 220-3 y 220-4 los circuitos ramales pueden tener:

- Circuitos de alumbrado general.
- Circuitos para aparatos específicos (motores, alumbrado empotrado, avisos, etc.).
- Circuitos de 20 A para pequeños aparatos eléctricos.
- Circuitos de 20 A para lavado y planchado.

De acuerdo con el RETIE deben existir por lo menos: un circuito para pequeños artefactos, un circuito para conexión de plancha y lavadora y un circuito para iluminación y fuerza.

a) Circuitos de Alumbrado General

Son las bombillas y tomacorrientes de uso general: todas las salidas para tomacorrientes de uso general de 20 A nominales o menos en unidades de vivienda se deben considerar como tomacorrientes para alumbrado general, a excepción de los tomacorrientes de los circuitos para pequeños aparatos eléctricos y los destinados a la lavadora y plancha.

b) Circuitos para aparatos específicos

Estos circuitos tienen sus características determinadas por la norma NTC 2050 y RETIE, como por ejemplo: motores, avisos, equipos de trabajo pesado, aire acondicionado, entre otros. Para este ejemplo no se incluyen este tipo de circuitos.

c) Circuitos de 20 A para Pequeños Aparatos Eléctricos

Además del número de circuitos ramales ya determinado, deben existir uno o más circuitos ramales de 20 A (se refiere a la capacidad de corriente del circuito, asociado a su protección de sobrecorriente), para pequeños artefactos en la cocina, despensa o comedor auxiliar de una unidad de vivienda, incluyendo las salidas de tomacorrientes para refrigeradores.

d) Circuitos de 20 A para Lavadora y Plancha

Debe existir al menos otro circuito ramal de 20 A para conectar las salidas de tomacorrientes para lavandería y planchado, este circuito no debe tener otras salidas.

DISEÑO DE LOS CIRCUITOS RAMALES Y SUS PROTECCIONES

En los circuitos ramales se ubican las cargas y se clasifican de acuerdo con su corriente y propósito. Cada uno de estos circuitos ramales tendrá asociado un dispositivo de protección en el panel de distribución, como lo muestra la figura 3:

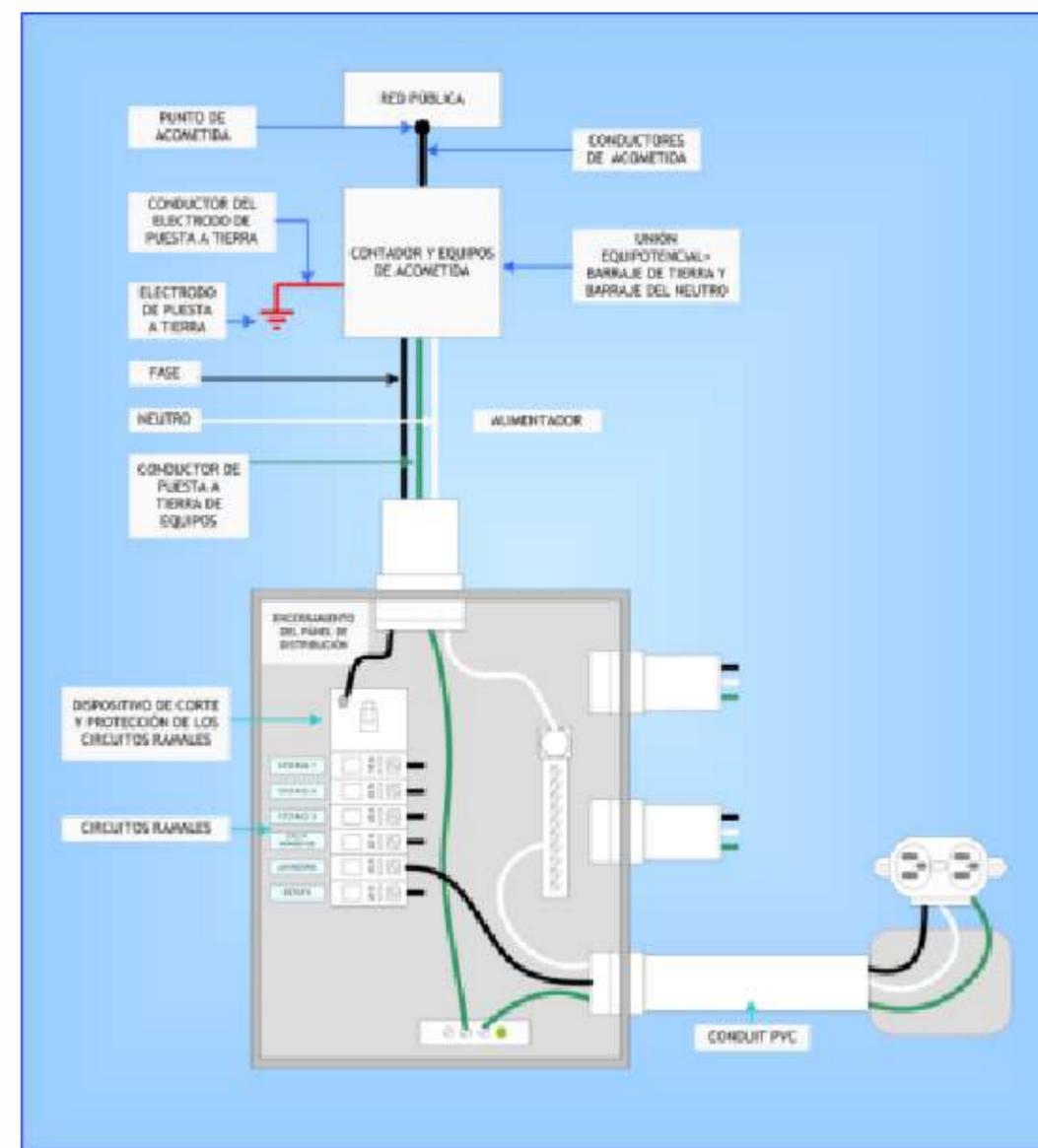


Figura 3. Ejemplo de conexiones para circuitos ramales.

La tabla 3 proporciona la información de la capacidad de protección en corriente de los circuitos ramales y del calibre mínimo de los conductores CENTELSA (Tabla 210-24 de la norma NTC 2050). Por ejemplo: si se tiene un circuito definido de corriente nominal igual a 20 A, le corresponde una protección de 20 A y un calibre mínimo de conductores de cobre para el circuito de 12 AWG.

Los circuitos deben estar protegidos contra sobrecorriente por medio de un dispositivo cuya capacidad nominal no exceda la capacidad de conducción de corriente del circuito. Para circuitos de alumbrado general se utilizarán protecciones de 15 A y 20 A.

El artículo 210-3 de la norma NTC 2050 indica que los circuitos ramales de los que trata este artículo se deben clasificar según la capacidad de corriente máxima o según el valor de ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente. La clasificación de los circuitos ramales que no sean individuales deben ser de 15, 20, 30, 40 y 50 A (ver norma NTC 2050 para información completa).

El artículo 220-3 inciso a) de la norma NTC 2050 indica que la capacidad nominal del circuito ramal no debe ser menor a la carga no continua, más el 125% (factor de 1.25) de la carga continua.

El artículo 210-24 de la norma NTC 2050 indica en la tabla 210-24 los requisitos de los circuitos que tengan dos o más salidas distintas a los circuitos de tomacorriente del artículo 220-4 b) y c) como se ha especificado anteriormente.

CORRIENTE NOMINAL DEL CIRCUITO	15 A	20 A	30 A	40 A	50 A
PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE	15 A	20 A	30 A	40 A	50 A
CARGA MÁXIMA	15 A	20 A	30 A	40 A	50 A
CALIBRE MÍNIMO DEL CONDUCTOR CENTELSA EN EL CIRCUITO	14 AWG	12 AWG	10 AWG	8 AWG	6 AWG
DISPOSITIVOS DE SALIDA: PORTABOMBILLAS PERMITIDOS	Cualquier Tipo	Cualquier Tipo	Servicio Pesado	Servicio Pesado	Servicio Pesado
CAPACIDAD NOMINAL DEL TOMACORRIENTE	15 A Máximo	15 ó 20 A	30 A	40 A	40 ó 50 A

Tabla 3. Especificación de protecciones y conductores de acuerdo a la capacidad de corriente del circuito ramal (referencia: tabla 210-24, norma NTC 2050).

La tabla 4 y la figura 4 proporcionan la información completa de la distribución y selección de los circuitos ramales del ejemplo y sus protecciones; además de algunas notas importantes obtenidas de la norma NTC 2050, citando sus respectivos artículos:

	CIRCUITO	PROTECCIÓN	ÁREA O ZONA	BOMBILLAS	TOMAS	NOTAS
1	ALUMBRADO GENERAL (17,2 A)	20 A	Antejardín	2 x 0,83 A	0	1
			Sala - Comedor	3 x 0,83 A + 1 x 0,83 A (Aplicue)	4 x 1,5 A	2
			Garaje	2 x 0,83 A	3 x 1,5 A	4
2	ALUMBRADO GENERAL (15,5 A)	20 A	Patio	2 x 0,83 A (Aplicues)	0	5
			Cocina	1 x 0,83 A	1 x 1,5 A	3
			Lavadero	1 x 0,83 A	Toma en Circuito Independiente	6
			Habitación 1	1 x 0,83 A	3 x 1,5 A	7
			Habitación 2	1 x 0,83 A	3 x 1,5 A	
3	CIRCUITO BAÑO (20 A)	20 A	Baño	1 x 0,83 A	1 x 1,5 A (Toma G)	8
4	PEQUEÑOS APARATOS (4,5 A)	20 A	Sala Comedor	0	1 x 1,5 A	9 y 10
			Cocina	0	2 x 1,5 A (Toma G)	
5	CIRCUITO PARA ESTUFAS (16,6 A)	20 A	Cocina	Circuito Independiente para Estufa		11
6	LAVADORA Y PLANCHA (13 A)	20 A	Patio	Circuito Independiente para Lavadora y Plancha		12

Tabla 4. Distribución de circuitos para la vivienda del ejemplo y sus respectivas corrientes.

Notas a la tabla:

1. Corresponde a dos salidas incandescentes de 100 W cada una a 120 V, por requerimientos del usuario. Controladas por uno de los pulsadores del interruptor triple ubicado en la sala.
2. Corresponde a tres salidas incandescentes, cada una de 100 W a 120 V, se requiere de dos interruptores, uno triple y uno sencillo. Por requerimientos del usuario se han colocado cuatro tomacorrientes dobles.

3. El artículo 210-8 inciso a) subinciso 6) de la norma NTC 2050 indica que los tomacorrientes o contactos de la cocina deben ofrecer protección a las personas mediante interruptor de circuito por falla a tierra, cuando están instalados para alimentar artefactos situados en los mesones y ubicados a menos de 1,8 m del borde exterior del lavaplatos.
4. Corresponde a dos salidas incandescentes de 100 W cada una y tres tomacorrientes dobles. Los tomacorrientes deben tener protección con falla a tierra (GFCI) si se cumple el artículo 210-8 inciso a) subinciso 2) de la norma NTC 2050; este indica que los tomacorrientes o contactos de los garajes y partes de edificaciones en contacto directo con la tierra situadas a nivel del suelo que se utilicen como zona de trabajo, deben ofrecer protección a las personas mediante interruptor de circuito por falla a tierra.
5. El artículo 210-70 inciso a) de la norma NTC 2050 indica que 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 se tenga como acceso obligatorio al interior de la vivienda.
6. El artículo 210-50 inciso c) de la norma NTC 2050 indica que las salidas con tomacorrientes, para artefactos específicos como equipo de lavandería, deberán instalarse a menos de 1,80 m del lugar destinado para el artefacto.
7. El artículo 210-52 inciso a) de la norma NTC 2050 indica que se deben instalar salidas de tomacorriente de modo que ningún punto a lo largo de la línea del suelo en ninguna pared esté a más de 1,80 m de un tomacorriente en ese espacio, medidos horizontalmente incluyendo cualquier pared de 0,6 m o más de ancho. Siempre que sea posible, las salidas de tomacorrientes deben estar a la misma distancia. Si no están a menos de 0,5 m de la pared, las salidas de tomacorriente en el piso no se deben contar como parte del número exigido de salidas.
8. El Artículo 210-52 inciso d) de la norma NTC 2050 indica que las salidas de tomacorriente en los cuartos de baño, deben estar alimentadas por lo menos por un circuito ramal de 20 A. El artículo 210-8, inciso a) subinciso 1) de la norma NTC 2050 indica que los tomacorrientes o contactos de los lavamanos, estén o no en un cuarto de baño, deben ofrecer protección a las personas mediante interruptor de circuito por falla a tierra.
9. El artículo 220-4, inciso b) de la norma NTC 2050 indica que debe existir uno o más circuitos ramales de 20 A para pequeños artefactos, para todas las salidas de tomacorrientes especificadas en artículo 210-52.

10. El artículo 220-4 inciso b) subinciso 3) de la norma NTC 2050 indica que los tomacorrientes instalados en la cocina para conectar artefactos sobre mostradores deberán estar alimentados por uno o más circuitos ramales de pequeños artefactos, cada uno de los cuales podrá también alimentar salidas de tomacorriente en la cocina y otras áreas de las especificadas en el artículo 210-52 b) 1).
11. Se utilizará una estufa de 2000 W (datos de placa) a 120 V, para el ejemplo.
12. El artículo 220-4 inciso c) de la norma NTC 2050 indica que debe existir al menos otro circuito ramal de 20 A para conectar las salidas de tomacorrientes para lavandería y planchado, exigidas por el artículo 210-52 f). Este circuito no debe tener otras salidas.
13. En la tabla 4 del ejemplo, tomacorrientes G, son tomacorrientes con protección mediante interruptor de circuito por falla a tierra (GFCI), los cuales están diseñados para evitar choques eléctricos accidentales o electrocución evitando el paso de la corriente a tierra. Protegen contra incendios ocasionados por fallas eléctricas, daños al aislamiento de los cables y sobrecalentamiento de equipos.
14. De acuerdo a los datos en la tabla, la corriente total de alumbrado general (circuitos 1 y 2) es igual a : $17,2 + 15,5 = 32,7$ A

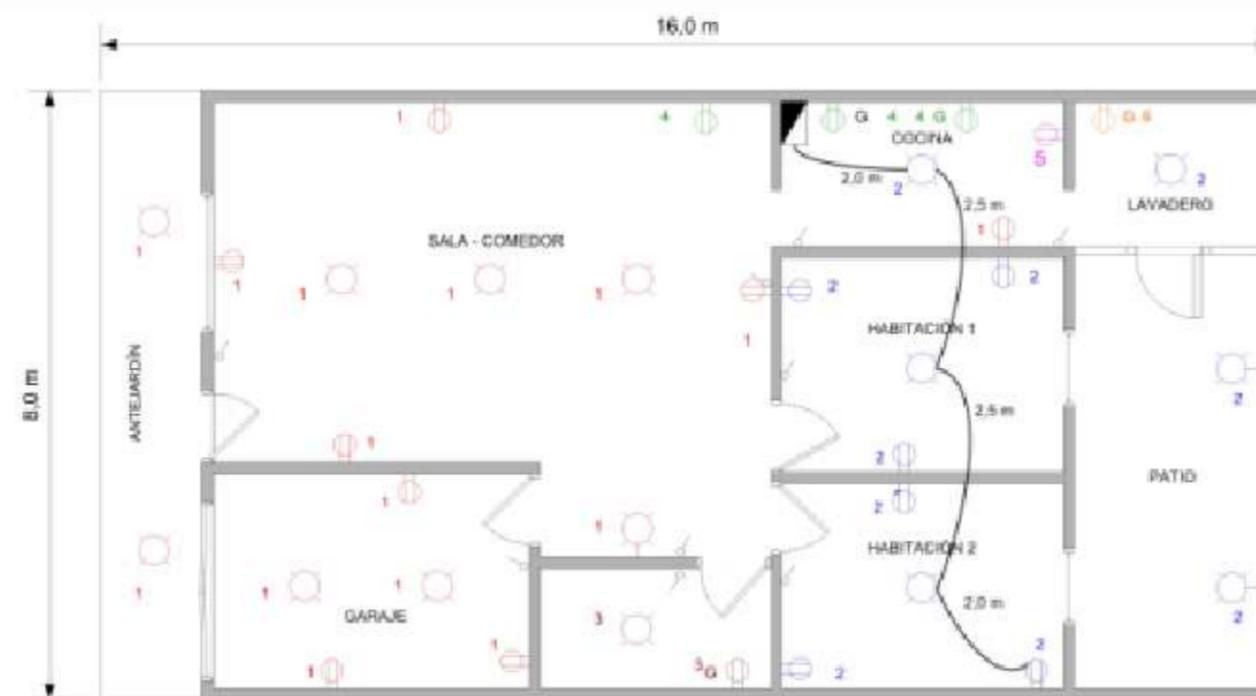


Figura 4. Plano con los circuitos eléctricos, ejemplo de canalizaciones y símbolos utilizados.

DESARROLLO DE LOS CIRCUITOS RAMALES EN LA VIVIENDA

Criterio de Carga Mínima por Unidad de Área

Existe una relación directa entre la carga que está instalada en la vivienda y el espacio que ésta ocupa; motivo por el cual se debe cumplir con los criterios de carga mínima que establece la norma NTC 2050, la cual indica:

La carga mínima del alumbrado por metro cuadrado de superficie del suelo, no debe ser menor a lo especificado en la tabla 220-3 b) en la norma NTC 2050, para las ocupaciones relacionadas. Para las unidades de vivienda, la superficie calculada del suelo no debe incluir los porches abiertos, los garajes, ni los espacios no utilizados o sin terminar que no sean adaptables para uso futuro.

De la tabla 220-3 b) de la norma NTC 2050, obtenemos el valor de carga unitaria para unidades de vivienda (este valor es el indicado para toda unidad de vivienda, por tal motivo aplica no sólo para el ejemplo), el cual es de 32 VA/m².

Para calcular la carga por área del ejemplo, es necesario conocer las dimensiones exteriores de la vivienda, sin incluir los porches abiertos, garajes, ni los espacios no utilizados o sin terminar que no sean adaptables para uso futuro.

Las dimensiones del ejemplo, se muestran en la figura 3 y son iguales a 8 m de ancho y 16 m de largo, lo que equivale a un área de 8x16=128 m², a este valor le restamos el área del antejardín considerada como porche abierto (o no adaptable para uso futuro), que

equivale a 11,12 m², obteniendo un área igual a 128-11,12 = 116,9 m². De acuerdo con esta medida total, la carga calculada es:

$$\text{Carga Min.} = 116,9 \text{ m}^2 \times 32 \text{ VA/m}^2 = 3,740 \text{ VA}$$

Una vez encontrado este valor, se procede a compararlo con la carga conectada en el ejemplo, este valor de carga real se obtiene sumando las corrientes de los circuitos de alumbrado general en la tabla 4, así:

La suma de las corrientes totales de los circuitos denominados como de alumbrado general es igual a 32,7 A. Esta corriente multiplicada por la tensión monofásica de la vivienda, que es 120 V, proporciona un valor de carga de 3920 VA, esta cantidad es mayor que la calculada anteriormente como carga mínima exigida (3740 VA), lo que significa un total cumplimiento de lo establecido en el artículo 220-3 inciso b) de la norma NTC 2050. Este valor de 3920 VA será la base de los cálculos siguientes (por ser mayor que la carga calculada de 3740 VA).

Si el resultado de carga conectada hubiera sido menor, es necesario verificar si se tiene la cantidad de carga adecuada (ejemplo: bombillas, tomacorrientes de uso general), en tal caso es posible aumentarla en el diseño de la instalación y recalcular, hasta cumplir con el requisito.

DISEÑO DEL CIRCUITO ALIMENTADOR Y SU PROTECCIÓN

Se denomina alimentador a todos los conductores de un circuito entre el equipo de acometida, la fuente de un sistema derivado independiente u otra fuente de suministro de energía eléctrica y el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal final.

Para el cálculo del circuito alimentador es necesario establecer un factor de demanda: como todos los aparatos en la instalación no estarán conectados a la vez, se debe establecer un factor que ajuste la carga a un valor real de consumo (carga conectada).

El artículo 100 de la norma NTC 2050 define como factor de demanda a la relación entre la demanda máxima de una instalación o parte de una instalación y a la carga total conectada a la instalación o parte de la instalación considerada.

De acuerdo con la norma NTC 2050, cuando un alimentador suministra corriente a cargas continuas y no continuas, la capacidad de corriente del dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe ser menor a la carga no continua más el 125% de la carga continua, esto es:

Carga Continua

Cuando la corriente máxima de una carga se prevé que circule durante tres horas o más se denomina Carga Continua.

Carga No Continua

Es la carga que se prevé estará conectada menos tiempo que lo especificado para una

carga continua (menos de 3 horas).

En las unidades de vivienda, las cargas son consideradas generalmente, no continuas. Para el ejemplo asumiremos las cargas en la unidad de vivienda como cargas no continuas.

En alumbrado general existe una carga de 3920 VA (carga mayor, entre la carga calculada y la conectada).

Para las cargas en la vivienda que no son alumbrado general, es decir, circuitos para pequeños artefactos y lavadora, se tienen los siguientes requerimientos:

En el artículo 220-16 de la norma NTC 2050 se indica que se debe considerar una carga de 1500 VA por cada circuito derivado de los conductores para pequeños artefactos, lavandería y planchado. Se permite que estas cargas se incluyan en la carga de alumbrado general y se apliquen los factores de demanda de la tabla 8 (Tabla NTC 220-11); así:

En el ejemplo existe solamente un circuito para pequeños artefactos y uno para lavadora, entonces de acuerdo al artículo 220-16 de la NTC 2050 cada uno será de 1500 VA, es decir, en total 3000 VA.

De esta manera, la carga total tratada como alumbrado general es igual a:
3920 VA + 3000 VA = 6920 VA.

A continuación se aplicarán los factores de demanda para la carga considerada como continua:

La tabla 5, permite distribuir la carga y aplicar su respectivo factor desde los primeros 3000 VA, seguido de un segundo factor para la carga restante hasta 120000 VA.

TIPO DE OCUPACIÓN	PORTE DE LA CARGA DE ALUMBRADO A LA QUE SE APLICA EL FACTOR DE DEMANDA (VA)	FACTOR DE DEMANDA %
Unidades de Vivienda	Primeros 3000 o Menos	100
	De 3001 a 120000	35
	A Partir de 120000	25

Tabla 5. Factores de demanda para alumbrado general en unidades de vivienda (Ver tabla 220-11, norma NTC 2050).

Para el ejemplo, la carga es igual 6920 VA, esto es: 3000 + 3920 VA, es decir:

Los primeros 3000 x (100/100) = 3000 VA, se aplican en su totalidad. A la cantidad restante 3920 VA se le aplica el 35%:
3920 x (35/100) = 1372 VA.

La carga total calculada hasta el momento es igual a: 3000 VA + 1372 VA = 4372 VA.

La potencia de la estufa del ejemplo es de 2000 W, como es una carga puramente resistiva (Factor de potencia = 1,0), equivale a 2000 VA.

En el artículo 220-19 de la norma NTC 2050 el factor de demanda para la estufa con el método de la columna B en la tabla 220-19 es del 80% de la carga; esto significa que multiplicaremos la potencia de la estufa por 0,8: 2000 VA x (80/100) = 1600 VA.

Carga Total

La suma de las demandas máximas (carga continua y carga no continua) es la carga que debe soportar el alimentador. En el ejemplo corresponde a la suma de las cargas no continuas, así:

$$\text{Demanda Máxima} = 4372 \text{ VA} + 1600 \text{ VA} = 5972 \text{ VA}$$

Cálculo de Corriente del Circuito Alimentador

La cantidad calculada de potencia igual a 5972 VA como demanda máxima, es la necesaria para energizar la vivienda, la cual es obtenida de la acometida que el operador de energía instala desde la red de distribución, para energizar el circuito alimentador. En el ejemplo asumiremos el caso monofásico de dos hilos: Conductor no puesto a tierra (fase) y conductor puesto a tierra (neutro).

Como la tensión de la vivienda es de 120 V y la demanda máxima es 5972 VA, la corriente que circula por el alimentador será la división de estos valores:

$$I = 5972 \text{ VA} / 120 \text{ VA} = 50 \text{ A}$$

En este caso toda la corriente circula por una sola fase y regresa por el conductor puesto a tierra, es decir, los dos conductores se considerarán como activos (energizados o portadores de corriente).

Del cálculo de la corriente por el alimentador se determina que se debe emplear una protección de sobrecorriente con un valor estándar de la norma NTC 2050. En el ejemplo, esta protección será de 60 A o la inmediata superior disponible en el mercado.

Cuando la alimentación es bifásica o trifásica se debe realizar un balanceo de cargas, es decir, se debe repartir la conexión de las cargas entre el número de fases de forma equilibrada.

ALAMBRADO

Es necesario definir qué tipo de conductor es el más apropiado para la instalación. La norma NTC 2050, artículo 110-5, establece que los conductores normalmente utilizados para transportar corriente deben ser de cobre, a no ser que dentro de la norma se especifique otro material, en tal caso se deben calcular nuevamente los calibres.

Los alambres y cables de cobre CENTELSA THHN/THWN, son los más usados en instalaciones eléctricas residenciales, en circuitos alimentadores y ramales de hasta 600 V nominales, especiales para instalaciones en sitios abrasivos, en ductos, tuberías y tableros.



La norma NTC 2050 artículo 310-3 indica que cuando los conductores van instalados en canalizaciones, los calibres iguales o mayores a 8 AWG deben ser cableados (conductores compuestos de varios hilos).

De lo anterior se concluye que para una instalación eléctrica residencial con conductores de cobre, se utilizarán conductores de cobre tipo CENTELSA THHN/THWN calibre 14 AWG y mayores; los cuales pueden ser de un sólo hilo (alambres) o compuesto de varios hilos (cables), siendo éstos últimos más flexibles.

Selección de Calibre de los Conductores que Transportan Corriente

Como ya se había mencionado, para el caso monofásico bifilar (2 conductores) los portadores de corriente son la fase y el conductor puesto a tierra (neutro). Para seleccionar el calibre de los conductores es necesario cumplir las siguientes condiciones:

a) El calibre mínimo

En la tabla 3 se encuentra definido el calibre mínimo de los conductores, de acuerdo con la capacidad de carga de cada circuito (referencia tabla 210-24, norma NTC 2050).

b) La capacidad de conducción de corriente:

Los conductores de los circuitos ramales deben tener una capacidad de corriente no menor a la carga máxima que van a alimentar. Además, los conductores de circuitos ramales con varias salidas para alimentar tomacorrientes para cargas portátiles conectadas con cordón y clavija, deben tener una capacidad de corriente no menor a la corriente nominal del circuito ramal.

c) La caída de tensión de los conductores:

En alimentadores y circuitos ramales, para los conductores se recomienda tener un calibre que evite una caída de tensión eléctrica superior al 3% en la salida (tomacorriente) más lejana, para potencia, calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas.

La caída máxima de tensión eléctrica de los circuitos ramales más el circuito alimentador hasta la salida más lejana, se recomienda que no supere el 5%.

En el artículo 310-15 de la norma NTC 2050 se encuentran los lineamientos para la capacidad de corriente de los conductores.

Lo primero que se debe tener en cuenta es la capacidad de corriente de acuerdo con el número de conductores en una canalización y la corrección por la temperatura ambiente, posteriormente se deben realizar los cálculos de caída de tensión para determinar el porcentaje de regulación.

Número de Conductores en una Canalización (Tubo Conduit)

Cuando el número de conductores que transportan corriente es mayor a tres en una canalización o en un ensamble (conductores aislados), la capacidad de conducción de corriente se reduce en un porcentaje como lo indica la tabla 6 (notas de la tabla de capacidad de corriente, artículo 310-16 hasta 19, norma NTC 2050); no se debe tener en cuenta el conductor de tierra de protección para estos factores:

NÚMERO DE CONDUCTORES PORTADORES DE CORRIENTE	PORCENTAJE DEL VALOR DE LAS TABLAS, AJUSTADO PARA LA TEMPERATURA AMBIENTE SI FUERA NECESARIO
De 4 a 6	80%
De 7 a 9	70%
De 10 a 20	50%

Tabla 6. Factores de Corrección por agrupamiento (notas del artículo 310-16 de la norma NTC 2050).

Dentro de los circuitos ramales instalados en el ejemplo, el caso más crítico de conductores portadores de corriente por una misma canalización no es mayor a cinco (esto es, entre fases de diferentes circuitos ramales, neutro y retornos de interruptores a bombillas). Si se calcula de acuerdo con este criterio en el ejemplo, se cubrirán las demás zonas de los circuitos ramales de la vivienda, debido a que en las otras canalizaciones se tendrá igual o menor número de conductores activos o portadores de corriente. Como resultado, de acuerdo con la tabla 6, al ejemplo le corresponde un factor del 80% por agrupamiento.

Corrección por Temperatura Ambiente

La capacidad de corriente de un conductor debe corregirse a la temperatura ambiente de la vivienda. Para un rango de temperatura entre 26-30°C, según la tabla 7 corresponde a un factor de corrección de 1,0. (referencia tabla 310-16 en la norma NTC 2050).

CALIBRE AWG	CAPACIDAD DE CORRIENTE (Conductor de cobre) Según el artículo 110.14 c
14	20
12	25
10	30
8	40
6	55
4	70

Tabla 7. Capacidad de corriente para conductores de cobre según el artículo 110.14 c. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable, a temperatura ambiente de 30°C.

TEMPERATURA AMBIENTE EN °C	FACTORES DE CORRECCIÓN
21 - 25	1,08
26 - 30	1,00
31 - 35	0,91
36 - 40	0,82
41 - 45	0,71

Cálculo del Calibre

Hasta el momento hay dos factores definidos para determinar el calibre del conductor en el ejemplo:

- Por agrupamiento en una canalización igual al 80%.
- Por temperatura ambiente igual a 1,0.

Usando como ejemplo el circuito de alumbrado general número 1, se calcula la capacidad de corriente de los conductores de acuerdo con los anteriores factores, así: se obtiene la capacidad de corriente máxima para el conductor del circuito de la tabla 3, la cual es igual a 20 A y se divide entre el producto de los factores de corrección de las tablas 6 y 7:

$$\frac{20 \text{ VA}}{(0,8 \times 1,0)} = 25 \text{ A}$$

Con este valor de corriente (25 A) se busca el calibre correspondiente en la tabla 7 que corresponde a un conductor de cobre 12 AWG.

La selección del calibre debe hacerse según la norma NTC artículo 110.14 c, sin embargo, la tecnología CENTELSA THHN/THWN, permite una mayor capacidad de temperatura y corriente a un diámetro de conductor menor el seleccionado según la norma; esto significa que se pueden incluir más conductores por la canalización y con un menor riesgo de rasgado, gracias a la chaqueta exterior de nylon la cual resiste mucho más las exigencias de la instalación.

De acuerdo con lo anterior, se selecciona el conductor de cobre CENTELSA THHN/THWN 12 AWG.

Realizando el mismo cálculo para el circuito alimentador se obtiene:

El circuito alimentador tendrá sólo dos conductores portadores de corriente, entonces el factor por agrupamiento de acuerdo con la tabla 5 es 1,0, y el factor de corrección por temperatura de acuerdo con la tabla 6, también es 1,0. Como la capacidad de corriente del alimentador es igual a 53,6 A, se calcula:

$$\frac{50 \text{ A}}{(1,0 \times 1,0)} = 50 \text{ A}$$

Al seleccionar con esta corriente de 50 A en la tabla 7, el conductor para el ejemplo debe ser CENTELSA THHN/THWN 6 AWG, cumpliendo con el artículo siguiente:

El artículo 220-10, inciso a), indica: Los conductores del alimentador deben tener una capacidad de corriente suficiente para alimentar las cargas conectadas. En ningún caso la carga calculada para un alimentador debe ser menor a la suma de las cargas de los ramales conectados, tal como se establece en la parte A de esta sección (220) y

después de aplicar cualquier factor de demanda permitido en las partes B, C, o D.

Verificación del Calibre por Caída de Tensión

La caída de tensión de los circuitos (alimentador y ramales) debe cumplir con los criterios estipulados por la norma NTC 2050, esta fórmula permite obtener el valor de regulación para un circuito monofásico:

$$\Delta V = \frac{2 \times Z \times L \times I}{V_o} = 100$$

Donde:

- ΔV = Caída de tensión en el cable en porcentaje
- Z = Impedancia eléctrica del cable en ohm/km (tabla 8)
- L = Longitud del circuito en km
- I = Corriente eléctrica en el cable
- V_o = Tensión de fase-neutro en Voltios

La tabla 8 contiene los valores de impedancia de conductores de cobre dentro de un tubo conduit. Es necesario además, conocer la distancia a la salida (tomacorriente) más lejana de cada circuito ramal. En el ejemplo se utilizará el circuito de alumbrado general número 2. La distancia a la salida más lejana, teniendo en cuenta el "bajante" (distancia del cielo raso al tomacorriente = 2,2 m) es de aproximadamente: (ver distancias en la figura 4)

$$L = 3,0 \text{ m} + 2,5 \text{ m} + 2,5 \text{ m} + 2,5 \text{ m} + 2,2 \text{ m} = 12,7 \text{ m} = 0,0127 \text{ km}$$

CALIBRE AWG	IMPEDANCIA (ohm/km)		
	CONDUIT DE PVC	CONDUIT DE ALUMINIO	CONDUIT DE ACERO
14	10,2	10,2	10,2
12	6,56	6,56	6,57
10	3,94	3,94	3,94
8	2,56	2,56	2,57
6	1,62	1,62	1,62
4	1,03	1,03	1,04

Tabla 8. Impedancia de conductores en ducto (conduit).

Con la distancia calculada (0,0127 km) y el valor de impedancia de la tabla 8, se obtiene el porcentaje de regulación en el circuito ramal número dos, para conductores de cobre CENTELSA THHN/THWN 12 AWG, así:

$$\Delta V = \frac{2 \times (6,56 \text{ ohm / km}) \times (0,0127 \text{ km}) \times (20 \text{ A})}{120 \text{ V}} \times 100 = 2,8\%$$

El resultado es menor que el máximo permitido, cumpliendo con lo establecido en el artículo 210-19 inciso a) de la norma NTC 2050 en la nota 4.

Los conductores de circuitos ramales como están definidos en la sección 100, con una sección que evite una caída de tensión superior al 3% en las salidas más lejanas de fuerza, calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas y en los que la caída máxima de tensión de los circuitos alimentador y ramal hasta la salida más lejana no supere el 5%, ofrecen una eficacia razonable de funcionamiento.

Si el resultado hubiera sido mayor que el máximo permitido se debe elegir un calibre superior y calcular nuevamente hasta encontrar un valor menor al 3% recomendado por la norma NTC 2050.

Sin embargo, existe la posibilidad que la suma de la regulación del circuito ramal, más la del alimentador sea mayor que la máxima permitida, es decir, el 5%.

Para el cálculo, es necesario conocer la regulación del circuito alimentador:

$$\Delta V = \frac{2 \times (1,62 \text{ ohm / km}) \times (0,005 \text{ km}) \times (50 \text{ A})}{120 \text{ V}} \times 100 = 0,7\%$$

Nota: para el caso específico de este ejemplo el alimentador va desde el contador hasta la caja de distribución (caja de breaker) con una longitud aproximada de 5 m.

Con un valor de 0,7% en el alimentador, la suma de las caídas de tensión de los dos circuitos (alimentador y ramal) es menor al 5%. Se recomienda realizar este cálculo para cada circuito ramal en la vivienda.

La tabla 9 es un resumen de la selección de los conductores de los circuitos ramales y alimentador, calculados con los procedimientos anteriores:

CIRCUITO	PROTECCIÓN	CONDUCTOR DE TIERRA	CRITERIOS PARA SELECCIÓN DE CALIBRE CONDUCTORES DE FASE Y NEUTRO		
			CORRIENTE	REGULACIÓN %	CALIBRE SELECCIONADO
			TEMPERATURA Y AGRUPAMIENTO		
ALUMBRADO GENERAL 1	20 A	12 AWG	12 AWG	2,8	12 AWG
ALUMBRADO GENERAL 2	20 A	12 AWG	12 AWG	2,4	12 AWG
CIRCUITO PARA BAÑO	20 A	12 AWG	12 AWG	2,0	12 AWG
CIRCUITO PARA ESTUFA	20 A	12 AWG	12 AWG	1,2	12 AWG
LAVADORA	20 A	12 AWG	12 AWG	1,6	12 AWG
PEQUEÑOS APARATOS	20 A	12 AWG	12 AWG	1,0	12 AWG
ALIMENTADOR	60 A	10 AWG	6 AWG	0,7	6 AWG

Tabla 9. Selección de los calibres de los conductores para cada circuito.

SELECCIÓN DEL CALIBRE DE LOS CONDUCTORES DE TIERRA

La puesta a tierra del sistema eléctrico y de los equipos tiene como finalidad la protección de las personas en el momento de una falla o un mal funcionamiento eléctrico, la protección de las instalaciones y la compatibilidad electromagnética (ver figura 5).

Algunas de las funciones que el RETIE establece para un sistema de puesta a tierra son:

- Garantizar condiciones de seguridad a los seres vivos.
- Permitir a los equipos de protección despejar rápidamente las fallas.
- Servir de referencia al sistema eléctrico.
- Conducir y disipar las corrientes de falla con suficiente capacidad.

El artículo 250-23, inciso a) de la norma NTC 2050 indica que un sistema alambrado de la propiedad que se alimenta por medio de un sistema de distribución de energía eléctrica conectado a tierra, debe tener en cada acometida un conductor conectado a un electrodo de puesta a tierra que cumpla lo establecido en la parte H de la sección 250.

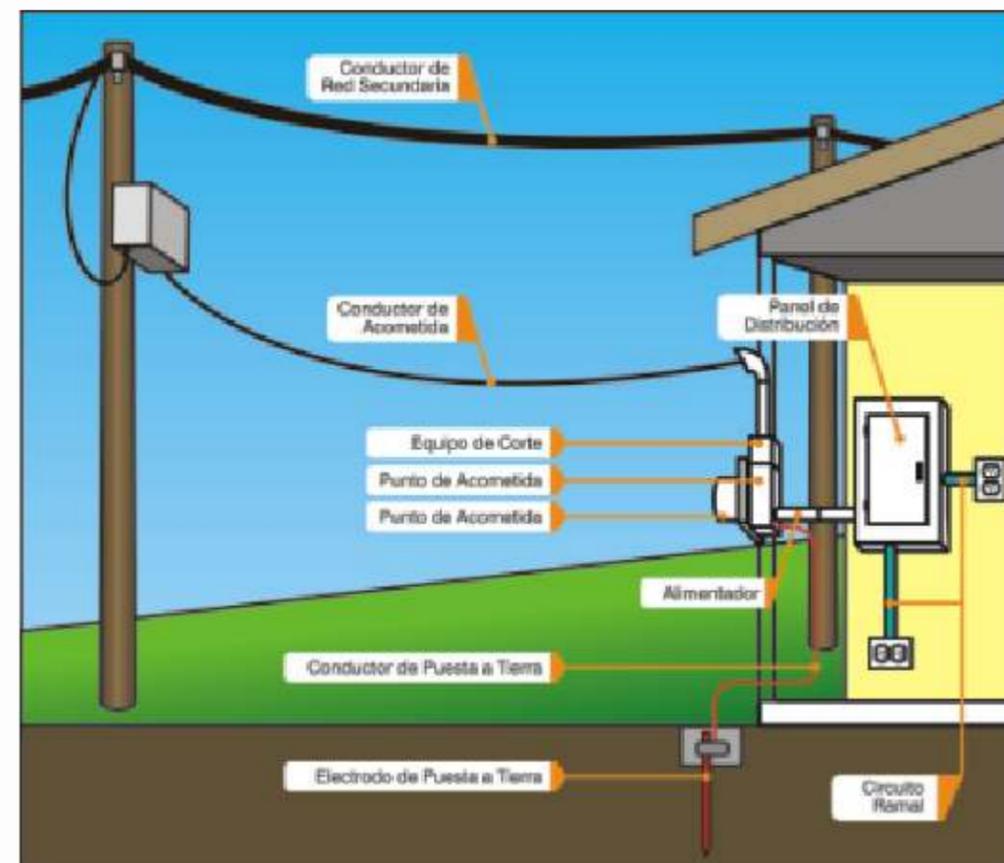


Figura 5. Ubicación del electrodo de puesta a tierra y su conductor.

La puesta tierra de los equipos comprende la interconexión efectiva de todos los encerramientos y canalizaciones metálicas.

El sistema de puesta a tierra está compuesto normalmente por:

- Conductor de puesta a tierra de equipos.
- Conductor del electrodo de puesta a tierra.
- Electrodo de puesta a tierra.

Selección del Conductor de Puesta a Tierra de Equipos

De acuerdo con los resultados obtenidos para cada circuito ramal, la norma NTC 2050 determina en la tabla 250-95 el calibre mínimo de los conductores del sistema de puesta a tierra.

CAPACIDAD Ó AJUSTE MÁXIMO DE LA PROTECCIÓN DEL CIRCUITO	CALIBRE MÍNIMO DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS
(A)	(AWG)
15	14
20	12
30	10
40	10
60	10
100	8

Tabla 10. Tamaño nominal mínimo de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos (ver tabla 250-95 en la norma NTC 2050).

En la tabla 9 se observa, para cada circuito ramal de la vivienda del ejemplo, el calibre de conductor de puesta a tierra de equipos en cobre (aislado o desnudo) que le corresponde según lo establecido en la tabla 10.

Para el circuito alimentador que tiene un dispositivo de protección contra sobrecorriente de 50 A según la tabla 10,

le corresponde un conductor de puesta a tierra de cobre (aislado o desnudo) 10 AWG.

Además, cuando se desee disminuir el ruido eléctrico se requiere un conductor de puesta a tierra de equipos, aislado e independiente, además del conductor de puesta a tierra de protección de los equipos del circuito ramal, instalado con los conductores del circuito. Este conductor de puesta a tierra de equipos independiente puede pasar a través de uno o más paneles de distribución sin necesidad de conectarlo a los terminales de puesta a tierra de equipos de dichos paneles. El uso del conductor de puesta a tierra de equipos independiente no excluye el requisito de poner a tierra el ducto y la caja de salida si estos son metálicos. Como resultado de lo anterior existirán: dos conductores activos (fase y neutro), una tierra de protección (aislada o desnuda) y una tierra aislada e independiente para equipos con ruido eléctrico, además de los retornos y otros conductores.

NOTA: Es importante resaltar que se deben aterrizar las cajas y demás elementos metálicos (ejemplo: carcasas), lo que implica un conductor de tierra de protección en cada canalización que las contenga, paralelo a las líneas de fase (por el mismo ducto).

Selección del Conductor del Electrodo del Sistema de Puesta a Tierra

Como el conductor de acometida de cobre no debe ser inferior al calibre 8 AWG de acuerdo a la norma NTC 2050, el calibre correspondiente para el conductor del electrodo del sistema de puesta a tierra

de cobre debe ser 8 AWG, según el artículo 250-94 de la norma NTC 2050, donde se establece un conductor del electrodo de puesta a tierra de cobre con un calibre 8 AWG para acometidas de calibre 2 AWG y menores.

El artículo 250-94 de la norma NTC 2050 indica que el tamaño nominal del conductor del electrodo de puesta a tierra de una instalación de c.a. puesta o no puesta a tierra, no debe ser inferior a lo especificado en la Tabla 250-94.

Un conductor del electrodo de puesta a tierra o su encerramiento debe sujetarse bien a la superficie sobre la que va instalado. Un conductor de cobre calibre 4 AWG o superior se debe proteger si está expuesto a daños físicos graves. Se puede llevar un conductor de puesta a tierra de 6 AWG que no esté expuesto a daños físicos, a lo largo de la superficie de la edificación, sin tubería o protección metálica, cuando esté bien sujeto al edificio; si no, debe ir en un tubo conduit metálico rígido, o intermedio, o no metálico, o en tubería eléctrica metálica, o en un cable blindado. Los conductores de puesta a tierra de calibre menor a 6 AWG deben alojarse en tubo conduit metálico rígido, o metálico intermedio, o conduit rígido no metálico, o tubería eléctrica metálica o en cable blindado.

Electrodo del Sistema de Puesta a Tierra

Son los elementos metálicos que se introducen en el terreno y que facilitan el paso al, o desde el suelo de cualquier carga eléctrica operando como el medio de contacto o empalme entre el sistema eléctrico y los equipos con la tierra física o suelo.

La sección 250 de la norma NTC 2050, parte H, describe las condiciones de instalación del electrodo de puesta a tierra. El artículo 250-81 describe la relación entre los distintos componentes metálicos de la edificación o estructura con los electrodos de puesta a tierra.

El artículo 250-83 c) establece una longitud mínima para electrodos de barras y tuberías

de 2,40 m y una sección transversal dependiendo del material y forma del electrodo, así: para barras de hierro o acero el diámetro mínimo será de 15,87 mm, para tubos o conductos el diámetro mínimo será de 19 mm y para metales no ferrosos (cobre) de 12,7 mm.

No se permiten electrodos de aluminio.

El electrodo de puesta a tierra debe cumplir con los requerimientos citados en la norma NTC 2050 artículos 250-81, 250-83 y 250-84. La tabla 11 muestra los requerimientos que el RETIE establece para el conductor del electrodo de puesta a tierra.



TIPO DE ELECTRODO	DIMENSIONES MÍNIMAS			DURACIÓN MÍNIMA FRENTE A CORROSIÓN	LONGITUD MÍNIMA
	MATERIALES	DIÁMETRO	RECUBRIMIENTO		
		mm	µm		
VARILLA	Cobre	12,7	N/A	Garantizar resistencia a la corrosión mínimo 15 años	2,40 m
	Acero con recubrimiento electrodepositado de cobre	14	100		
	Acero con recubrimiento total en cobre	15	2000		

Tabla 11. Requisitos para electrodo de puesta a tierra según RETIE (referencia: tabla 22 en RETIE).

El RETIE establece que: Los fabricantes de electrodos de puesta a tierra deben garantizar que la resistencia a la corrosión de cada electrodo, sea de mínimo 15 años contados a partir de la fecha de instalación, e informar al usuario si existe algún procedimiento específico que debe ser tenido en cuenta para su instalación.

Se utilizan electrodos de puesta a tierra (varillas) marca COPPER GROUND® fabricadas por Cobres de Colombia, los cuales por su fabricación en cobre puro, un diámetro mínimo de 12,7 mm y una longitud de 2,40 m, garantizan el amplio cumplimiento de todos los requisitos estipulados en el RETIE y la NTC 2050.

MÉTODO DE IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES

El artículo 11, numeral 4 del Reglamento RETIE indica el código de colores para conductores aislados con el fin de evitar accidentes por errónea interpretación de los niveles de tensión (voltaje) y unificar los criterios para las instalaciones eléctricas como se indica en la tabla 12 (referencia: tabla 13 en el RETIE).

SISTEMA	MONOFÁSICO (1Φ)		TRIFÁSICO 3Φ (Y)
TENSIONES NOMINALES	120 V	240/120 V	208/120 V
CONDUCTORES ACTIVOS	1 Fase 2 Hilos	2 Fases 3 Hilos	3 Fases 4 Hilos
FASES	Negro	Negro Rojo	Amarillo Azul Rojo
NEUTRO	Blanco	Blanco	Blanco
TIERRA DE PROTECCIÓN	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde
TIERRA AISLADA	Verde Amarillo	Verde Amarillo	Verde Amarillo

Tabla 12. Código de colores para conductores (referencia tabla 13 en RETIE).

Se tendrá como válido para determinar este requisito el color propio del acabado exterior del conductor o en su defecto, su marcación debe hacerse en las partes visibles con pintura, con cinta o rótulos adhesivos del color respectivo. Este requisito es también aplicable para conductores desnudos, como barrajes.

Para el ejemplo y considerando la tabla 12, se identificará la fase de todos y cada uno de los circuitos ramales e incluso el del alimentador con color negro, y para el conductor de neutro en color blanco.

Para el conductor de tierra de protección de equipos la norma NTC 2050 310-12 establece que puede ser aislado o desnudo; se usará para el ejemplo el conductor aislado en cuyo caso la identificación es más clara que para el caso desnudo y consiste en un color de aislamiento verde continuo, o un color verde con una o más bandas amarillas (tabla 12 o artículo 210-5 en la norma NTC 2050). Además en los conductores aislados debe aparecer la información del calibre y tipo de aislamiento sobre la superficie del mismo.

Los cables o alambres aislados utilizados en baja tensión deben ser marcados según el RETIE en forma indeleble y legible (ver Norma NTC 1332), con la siguiente información:

- Calibre del conductor en kcmil, AWG o mm².
- Material del que está hecho el conductor.
- Tipo de aislamiento.
- Tensión nominal.
- Razón social o marca registrada del fabricante.

Esta marca se debe repetir a intervalos no mayores de 63 cm, se acepta en alto relieve o impreso, también se acepta en bajo relieve siempre y cuando no se reduzca el espesor de aislamiento por debajo del mínimo establecido en este reglamento.

Esta marca se debe repetir a intervalos no mayores de 63 cm, se acepta en alto relieve o impreso, también se acepta en bajo relieve siempre y cuando no se reduzca el espesor de aislamiento por debajo del mínimo establecido en este reglamento.

SELECCIÓN DE LA TUBERÍA CONDUIT

Es necesario conocer la capacidad máxima de conductores que pueden ir dentro de una canalización, con el propósito de evitar inconvenientes como atascamientos, elevación en la temperatura, entre otros. Además se debe cumplir con lo establecido en la norma NTC 2050:

En el capítulo 9, tabla 1 de la norma NTC 2050, se indica la máxima ocupación de los tubos.

NÚMERO DE CONDUCTORES	UNO	DOS	MÁS DE DOS
TODOS LOS TIPOS DE CONDUCTORES	53%	31%	40%

Tabla 13 Factores de relleno en tubo (conduit).

De acuerdo con este criterio de ocupación o llenado, el apéndice C, tabla 11, de la norma NTC 2050 indica el número máximo de conductores según el tipo de aislamiento para tubo conduit rígido de PVC Tipo A.

CONDUIT PVC TIPO A	NÚMERO MÁXIMO DE CONDUCTORES EN TUBO (CONDUIT) SEGÚN CALIBRE						
	14 AWG	12 AWG	10 AWG	8 AWG	6 AWG	4 AWG	2 AWG
TAMAÑO COMERCIAL PULGADAS	THHN/THWN	THHN/THWN	THHN/THWN	THHN/THWN	THHN/THWN	THHN/THWN	THHN/THWN
1/2	16	11	7	4	3	1	1
3/4	27	19	12	7	5	3	1
1	44	32	20	12	8	5	3

Tabla 14. Capacidad de tubos (conduit).

Para instalaciones eléctricas seguras se utiliza tubería conduit marca PLASTIMEC fabricada por IMEC, bajo los más altos estándares de calidad. Esta tubería es autoextinguible a la llama y resistente a la ruptura, garantizando la protección de los cables en las instalaciones eléctricas cumpliendo con los requisitos exigidos en el RETIE y en la NTC 2050.

RESUMEN DE ELEMENTOS UTILIZADOS EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

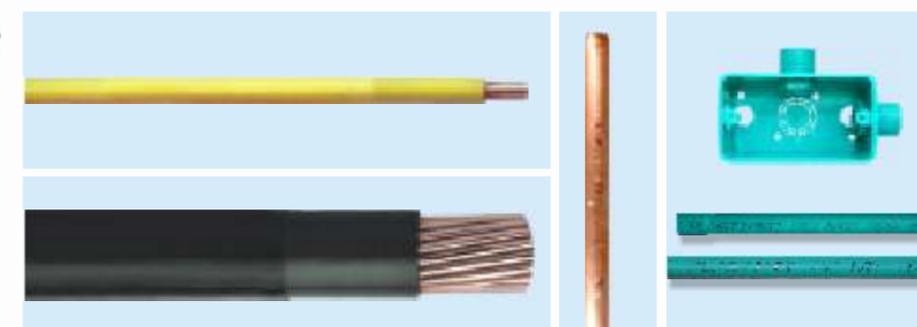
Con las dimensiones de los planos, en el ejemplo es posible realizar un cálculo aproximado de las distancias de cada uno de los conductores (fase, neutro, tierra y retornos).

La cantidad de interruptores, portabombillas y tomacorrientes están numerados de acuerdo a los mencionado en la tabla 3.

ELEMENTO	CANTIDAD
CONDUCTOR DE COBRE CENTELSA THHN/THWN 12 AWG	500 m
CONDUCTOR DE COBRE CENTELSA THHN/THWN 10 AWG	15 m
CONDUCTOR DE COBRE CENTELSA THHN/THWN 8 AWG	12 m
ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA COPPER GROUND ® COBRES DE COLOMBIA	1 UNIDAD
CAJAS Y ACCESORIOS PLASTIMEC	SEGÚN NECESIDAD
TOMACORRIENTES DOBLES	15 UNIDADES
TOMACORRIENTES DOBLES-GFCI*	4 UNIDADES
PORTA BOMBILLAS	15 UNIDADES
INTERRUPTORES	2 TRIPLES Y 7 SENCILLOS
TUBERÍAS DE 1/2" PLASTIMEC	130 m
BREAKER DE 20 A	6 UNIDADES
PROTECCIÓN DE 60 A	1 UNIDAD
PANEL DE DISTRIBUCIÓN	1 UNIDAD

Tabla 15. Cálculo aproximado de algunos elementos de la instalación

* Es posible instalar una sola protección diferencial (interruptor de circuito GFCI) que proteja todo el circuito, utilizando tomacorrientes sin GFCI dentro del circuito.



UNIÓN Y CONEXIÓN DE LOS CONDUCTORES

Empalmes

La norma NTC 2050 indica que los conductores se deben empalmar o unir con medios identificados para su uso (ejemplo conectores tipo "twist-on") o con soldadura fuerte o blanda, con un metal o aleación fusible. Antes de soldarse, los empalmes se deben unir de modo que queden mecánica y eléctricamente seguros y después sí se deben soldar. Todos los empalmes y uniones y los extremos libres de los conductores se deben cubrir con un aislante equivalente al de los conductores o con un dispositivo aislante identificado para este fin.

Conexiones

La norma NTC 2050 establece que las conexiones eléctricas deben cumplir con los requisitos citados en el artículo 110.14, que dentro de sus especificaciones indica:

Las conexiones eléctricas deben elaborarse de tal manera que ofrezcan un contacto sólido entre el conductor y el terminal o dispositivo de conexión.

Una conexión mal elaborada significa un problema de seguridad en el funcionamiento de la instalación eléctrica.

La figura 6 muestra la manera correcta de efectuar una conexión, y las figuras 7 y 8, ejemplos de conexiones incorrectas.

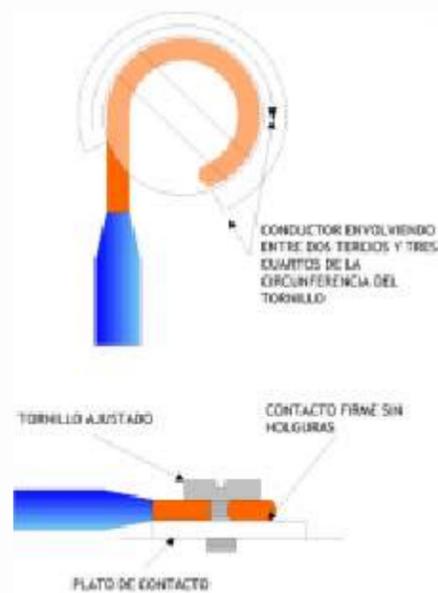


Figura 6. Conexión correcta.

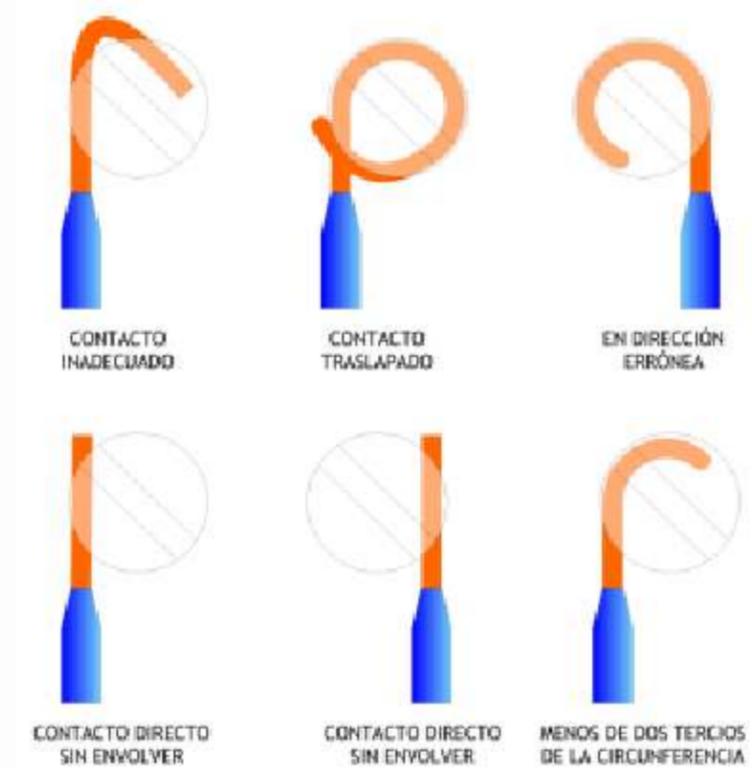


Figura 7. Conexión incorrecta.

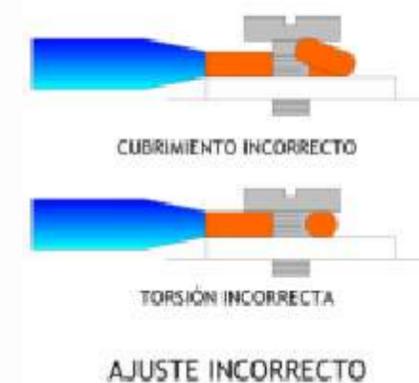


Figura 8. Ajuste incorrecto.

CONCLUSIÓN

El cumplimiento de los requisitos del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE y de las especificaciones del Código Eléctrico Colombiano, Norma NTC 2050, minimiza o elimina los riesgos de origen eléctrico y garantiza la seguridad de los instaladores, operadores y usuarios de las instalaciones eléctricas.

Las nuevas instalaciones, las ampliaciones y remodelaciones deben hacerse de tal forma que cumplan con los lineamientos del RETIE y provean la seguridad requerida, por tal razón CENTELSA ha elaborado esta guía como un elemento facilitador para lograr el objetivo de seguridad en lo que se refiere a instalaciones eléctricas domiciliarias.

Con el objetivo de brindar información clara y de explicar una metodología paso a paso, teniendo en cuenta los aspectos relativos a la seguridad, la guía para instalaciones eléctricas residenciales seguras se ha desarrollado con un ejemplo típico de una vivienda común, analizando las necesidades de protecciones, conductores, sistema de puesta a tierra, entre otras, las cuales tienen requisitos con carácter de obligatorio cumplimiento según el RETIE.

Concientes de la importancia de los conductores eléctricos en la seguridad de las instalaciones eléctricas residenciales, CENTELSA ofrece productos de última tecnología y excelente calidad certificada por sellos de conformidad de productos según RETIE, los cuales instalados siguiendo las instrucciones del Reglamento y del Código Eléctrico Colombiano, brindan una total seguridad para las instalaciones.

Nota: La información aquí contenida se presenta a manera de guía; su utilización y aplicaciones son responsabilidad del profesional encargado del diseño de la instalación.

TECNOLOGIA Y SOLUCIONES PARA EL PROGRESO



Planta y Oficina de Ventas

Calle 10 No. 38-43 Urb. Industrial Acopi, Yumbo, Colombia
Tel.: (572) 608 3400 / Fax: (572) 664 8258
<http://www.centelsa.com.co> / e-mail: info@centelsa.com.co

Dirección y Coordinación: Departamento de Mercadeo **CENTELSA**
Información y Especificaciones: Gerencia Técnica **CENTELSA**
Diagramación: DG2grafika