

# INSTALACIONES ELÉCTRICAS RESIDENCIALES

## CONTENIDO

1. CIRCUITOS ELÉCTRICOS
2. INSTALACIONES ELÉCTRICAS
3. INSTALACIÓN RESIDENCIAL
4. NORMA ICONTEC

## INTRODUCCIÓN

El curso sobre instalaciones eléctricas residenciales o domiciliarias tiene como propósito aprender a realizar este tipo de instalaciones basadas en conocimientos de los circuitos eléctricos básicos como los circuitos en serie y paralelo, las conexiones simples interruptores, tomas y lámparas, selección y cálculo de elementos de instalación como los tubos



conduit, los conductores, los elementos de protección y por último se realiza un ejemplo típico de instalación que muy frecuente se encuentra en instalaciones de una vivienda.

## 1. CIRCUITOS ELÉCTRICOS

### 1.1 LEY DE OHM

La ley de ohm dice que en un conductor el producto de su resistencia por la corriente que pasa por él es igual a la caída de voltaje que se produce.

$$V = R \cdot I$$

**Potencia:** La potencia suministrada por una fuente es igual al producto de la f.e.m. de la fuente por la corriente producida.

$$P = E \cdot I$$

La potencia consumida por una resistencia (potencia disipada) es igual a:



$$P = RI^2 = V^2/R$$

La unidad de potencia eléctrica es el vatio.

1 vatio = 1 voltio x 1 amperio

1mW (milivatio) =  $10^{-3}$  W

1Kw (kilovatio) =  $10^3$  W

1 MW (Megavatio) =  $10^6$  W =  $10^3$ Kw.

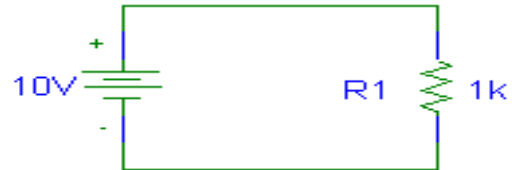
**Energía:** Energía eléctrica es igual al producto de la potencia por el tiempo que dura suministrándose potencia.

$$\text{Energía} = P \times t.$$

La unidad de energía eléctrica es el kilovatio–hora. Un Kwh es la energía consumida o suministrada por 1 Kw en una hora.

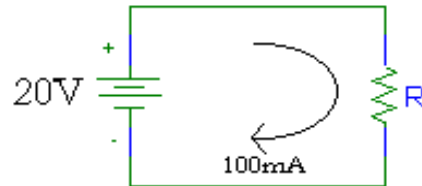
## EJEMPLOS.

- 1) Para el circuito siguiente, determinar: a) La corriente b) La potencia suministrada por la fuente, c) La potencia disipada en la resistencia.



- a)  $I = E/R = 10V / 1K = 10mA$   
b)  $P = EI = 10V \times 10 mA = 100mW$   
c)  $P = RI^2 = 1K \times (10mA)^2 = 100 mW$

2) En el siguiente circuito hallar: a) El valor de R, b) La potencia suministrada y disipada.



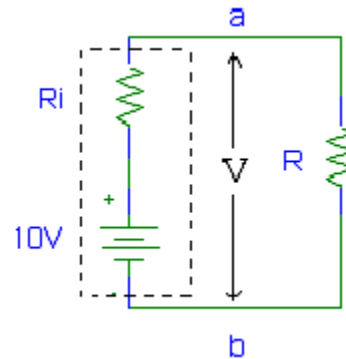
a)  $R = E/I = 20\text{v} / 100\text{mA} = 0,2\text{KW} = 200\text{W}$

b)  $P = E.I = 20\text{V} \times 100\text{mA} = 2000 \text{ mW} = 2\text{W}$

$$P = R \cdot I^2 = (200) \cdot (0,1)^2 = 2\text{W}$$

3) En el circuito la resistencia interna de la fuente es igual a  $R_i = 10 \text{ W}$ . Hallar la diferencia de potencial V en los terminales de la fuente (a-b) cuando:

a)  $R = 100\text{W}$ , b)  $R = 200\text{W}$ .



- a)  $I = E/R_T = 10V/(10+100)W = 10/110$   
 $V = RI = 100 \times (10/110) = 100/11 = 9,1 \text{ V}$
- b)  $I = E /R_T = 10/(10+200) = 10/210$   
 $V = RI = 200 \times (10/210) = 200/21 = 9,5V.$

Esto nos lleva a concluir que debido a la resistencia interna de la fuente, el voltaje producido en la salida no es constante y varía con la carga.

- 4) Una instalación monofásica la constituye 10 bombas de 100W, una estufa de 2200W, un aire acondicionado de 1000W y artefactos electrodomésticos que consumen 800W. Si todos estos aparatos están conectados 5 horas diarias y el Kwh está a \$300; ¿cuánto costará el consumo de energía en el mes?.

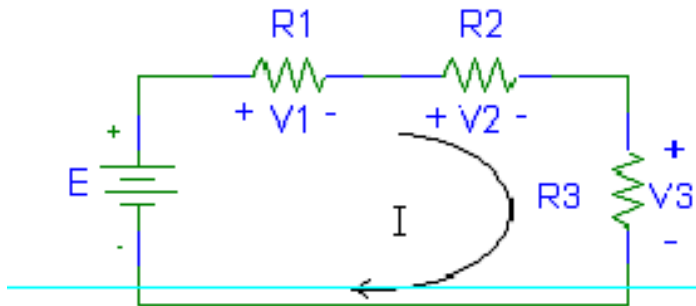
$$P = 10 \times 1000 + 2200 + 1000 + 800 = 5000 \text{ w} = 5 \text{ Kw}$$

En un día se consume  $5 \text{ Kw} \times 5 \text{ h} = 25 \text{ Kwh}$

En un mes =  $25 \text{ Kwh} \times 30 = 750 \text{ Kwh}$

Costo =  $750 \text{ Kwh} \times (\$300/\text{kwh}) = \$225.000.$

## 1.2 RESISTENCIAS EN SERIE



$$E = V_1 + V_2 + V_3 \quad (\text{Ley de Kirchoff})$$

$$E = R_1 I + R_2 I + R_3 I$$

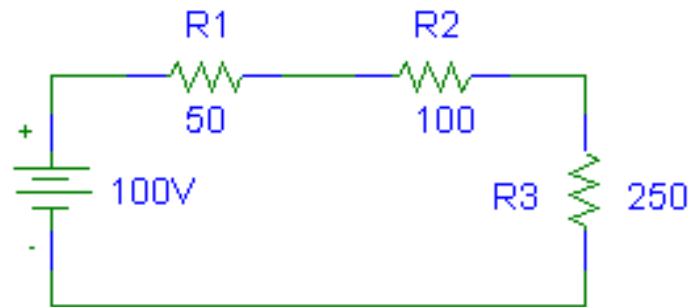
$$E = I (R_1 + R_2 + R_3)$$

$$E = I R_t \quad \rightarrow \quad R_t = R_1 + R_2 + R_3$$

En general  $R_t = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$

Si  $R = R_1 = R_2 = R_3 = R_n \quad \rightarrow \quad R_t = nR$

## EJEMPLOS:



1) Hallar la corriente y la caída de voltaje en cada resistencia.

$$R_t = 50 + 100 + 250 = 400\Omega$$



$$I = E/R = 100 / 400 = 0,25 \text{ A.}$$

$$V_1 = 50 \times I = 50 \times 0,25 = 12,5 \text{ V}$$

$$V_2 = 100 I = 100 \times 0,25 = 25 \text{ V}$$

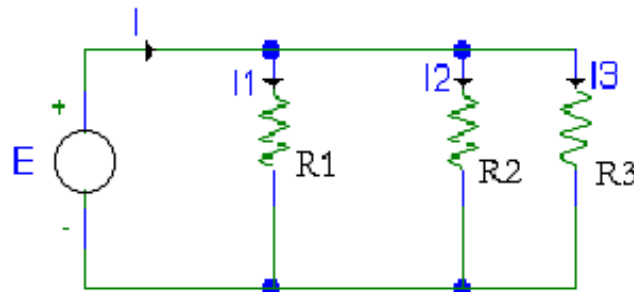
$$V_3 = 250 I = 250 \times 0,25 = 62,5 \text{ V}$$

$$E = \sum V_i = 100,0 \text{ V}$$

2) Hallar la resistencia total de 100 resistencias de 25W conectadas en serie.

$$R_T = nR = 100 \times 25W = 2500W = 2,5 \text{ KW.}$$

## 1.3 RESISTENCIAS EN PARALELO



$$I = I_1 + I_2 + I_3 \text{ (Ley de Kirchoff)}$$



Aplicando la Ley de Ohm:

$$I_1 = \frac{E}{R_1}, \quad I_2 = \frac{E}{R_2}, \quad I_3 = \frac{E}{R_3}$$

Reemplazando,

$$I = \frac{E}{R_1} + \frac{E}{R_2} + \frac{E}{R_3}$$

$$I = \frac{E}{R_T};$$

Entonces:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

En general:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

**Caso especial:**

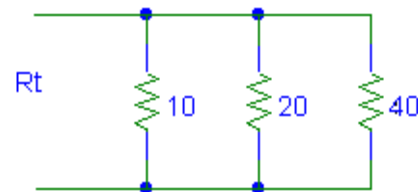
$$\text{Si } R = R_1 = R_2 = R_3 = R_n \rightarrow R_T = R/n$$

**Para dos resistencias:**

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} \Rightarrow R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

**EJEMPLOS:**

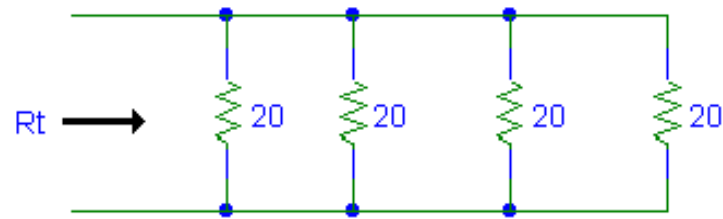
1) Hallar la resistencia total o equivalente del circuito



$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{10} + \frac{1}{20} + \frac{1}{40} = 0.1 + 0.05 + 0.025 = 0.175$$

$$\frac{1}{R_t} = 0.175, \quad \text{entonces,} \quad R_t = \frac{1}{0.175} = 5.71 \text{ ohm}$$

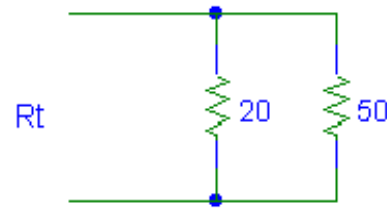
2) Hallar la resistencia equivalente de 4 resistencias de 20 ohm conectadas en paralelo.



$$R_T = R/n = 20 \text{ ohm}/4$$

$$R_T = 5\Omega$$

3) Hallar la Resistencia equivalente de dos resistencias en paralelo de 20 y 50 ohmios.



$$R_t = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{20 \times 50}{20 + 50} = \frac{1000}{70} = 14.28 \text{ ohms}$$

*Nota: Siempre la resistencia equivalente de una combinación en paralelo, es menor que la resistencia de más bajo valor de la combinación.*

## 2. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

### 2.1 DEFINICIÓN

Se entiende por instalación eléctrica al conjunto integrado por canalizaciones, estructuras, conductores, accesorios y dispositivos que permiten el suministro de energía eléctrica desde las centrales generadoras hasta el centro de consumo, para alimentar a las máquinas y aparatos que la demanden para su funcionamiento.

Para que una instalación eléctrica sea considerada como segura y eficiente se requiere que los productos empleados en ella estén aprobados por las autoridades competentes, que esté diseñada para las tensiones nominales de operación, que los conductores y sus aislamientos cumplan con lo especificado, que se considere el uso que se dará a la instalación y el tipo de ambiente en que se encontrará.

## OBJETIVO

Puede decirse que el objetivo fundamental de una instalación eléctrica es el de cumplir con los requerimientos planteados durante el proyecto de la misma, tendientes a proporcionar el servicio eficiente que satisfaga la demanda de los aparatos que deberán ser alimentados con energía eléctrica.

Para dar apoyo a lo anteriormente citado tendrán que conjuntarse los factores siguientes:

- Seguridad contra accidentes e incendios: La presencia de la energía eléctrica significa un riesgo para el humano, así como, la de los bienes materiales.
- Eficiencia y economía: Se debe conciliar lo técnico con lo económico
- Accesibilidad y distribución: Es necesario ubicar adecuadamente cada parte integrante de la instalación eléctrica, sin perder de vista la funcionabilidad y la estética.

- Mantenimiento: Con el fin de que una instalación eléctrica aproveche al máximo su vida útil, resulta indispensable considerar una labor de mantenimiento preventivo adecuada.







## CLASIFICACIÓN

Las instalaciones eléctricas pueden clasificarse tomando como base varios criterios. Si se consideran las etapas de generación, transformación, transmisión y distribución tendríamos que hablar de las centrales eléctricas, de los transformadores elevadores, de las líneas de transmisión, de las subestaciones reductoras y de las redes de distribución.









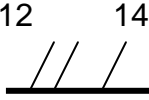

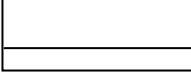

Si clasificamos a las instalaciones eléctricas en función de sus voltajes de operación, necesariamente habría que mencionarse: alta tensión, mediana tensión y baja tensión. En relación con la aplicación, pueden clasificarse en instalaciones eléctricas como residenciales, comerciales e industriales.


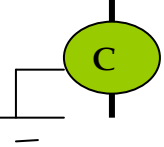
## 2.2 SIMBOLOGÍA DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

A continuación se muestran los símbolos más comúnmente empleados en la representación esquemática de las instalaciones eléctricas.

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Salida para lámpara incandescente sobre techo (roseta)
	Salida para lámpara incandescente incrustada en techo (bala)
	Salida para lámpara incandescente sobre pared (aplique)
	Salida para lámpara fluorescente
<p><b>S</b></p>	Interruptor sencillo
<p><b>S2,3</b></p>	Interruptor doble, triple
<p><b>Sc</b></p>	Interruptor conmutable
	Toma corriente de 110V
	Toma corriente de 220V (Aire Acondicionado)
	Toma corriente trifásica
	Pulsador de timbre



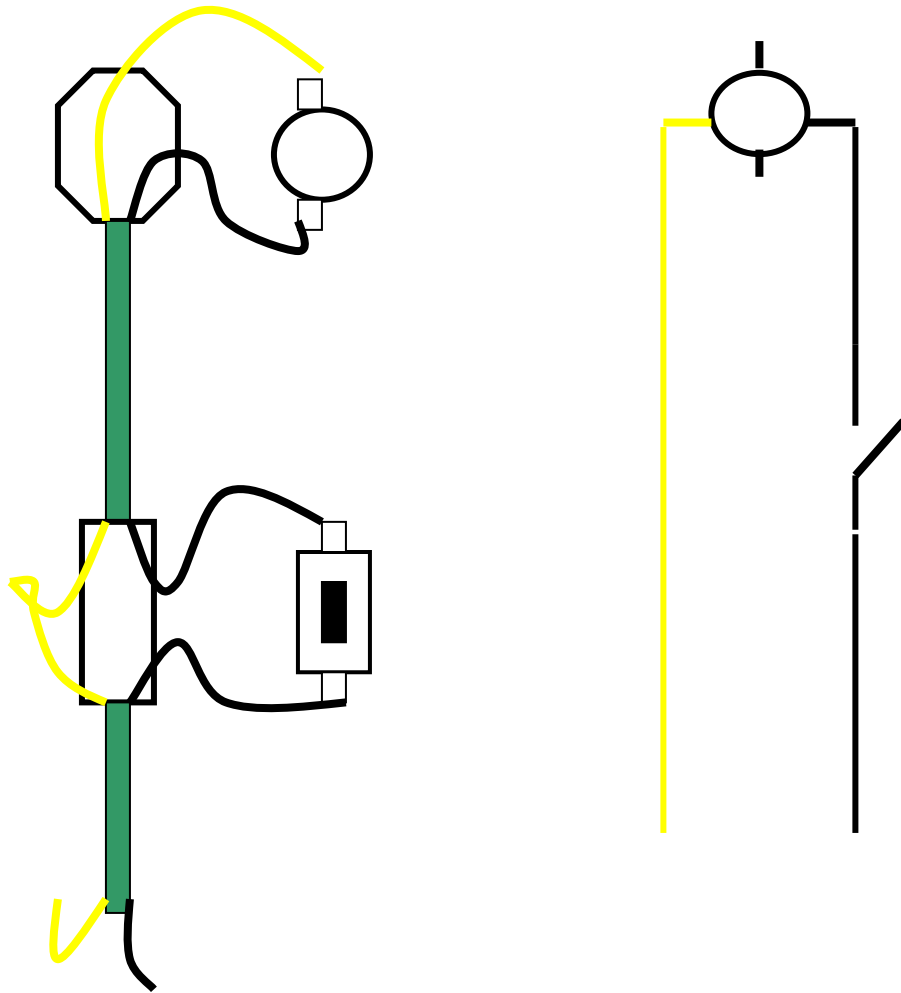
	Campana de timbre
	Salida para teléfono
	Salida para antena de televisión
	Ducto en pared y techo
	Ducto en el piso
	Ducto para teléfono
	Ducto que sube
	Ducto que baja
	Número de conductores y calibre
	Tablero de distribución
	Caja de contador
	Interruptor termomagnético ( Automático o taco)

	Cuchilla de corte
	Contador eléctrico

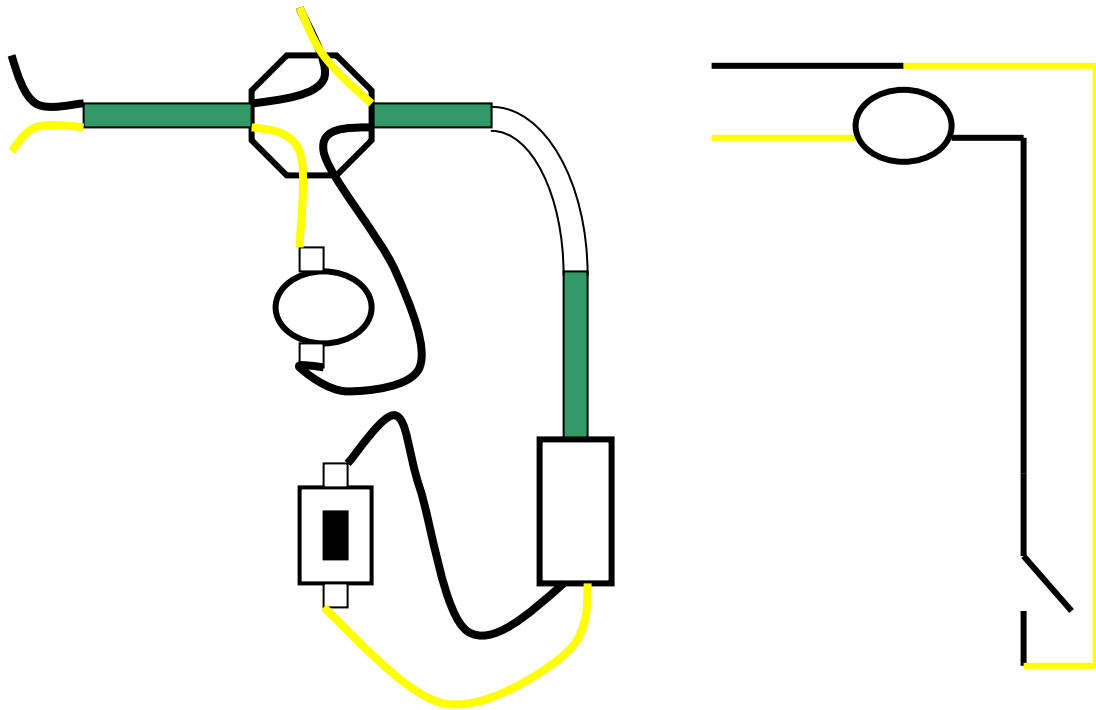
## 2.3 CONEXIONES BÁSICAS

- ALIMENTACIÓN POR INTERRUPTOR
- ALIMENTACIÓN POR LÁMPARA
- LÁMPARA – INTERRUPTOR – TOMA
- LÁMPARA INTERRUPTOR CONMUTABLE

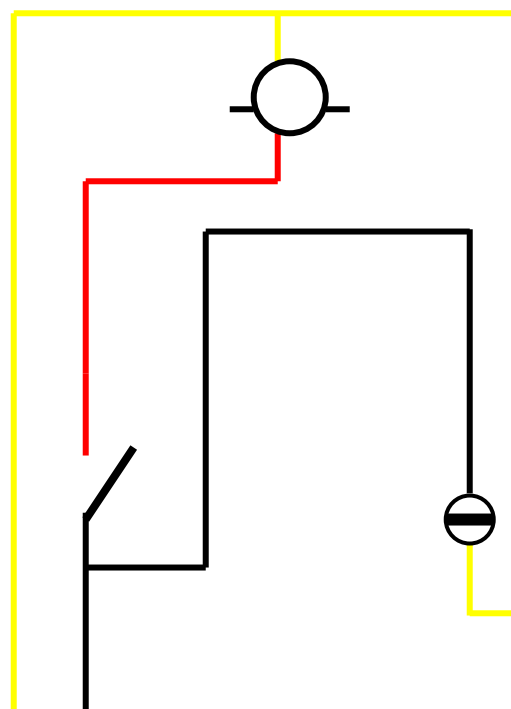
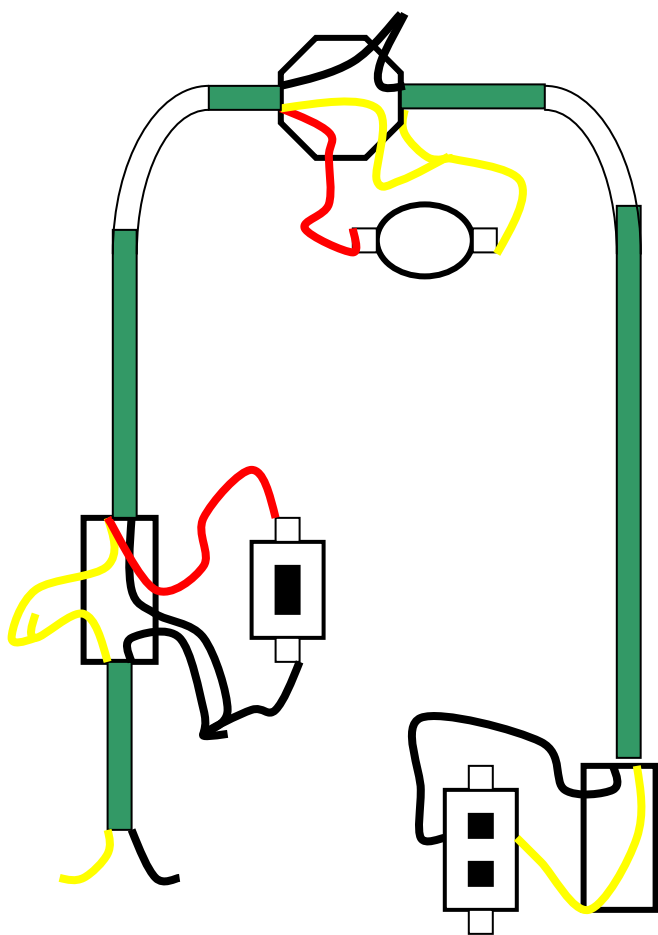
## ALIMENTACIÓN POR INTERRUPTOR



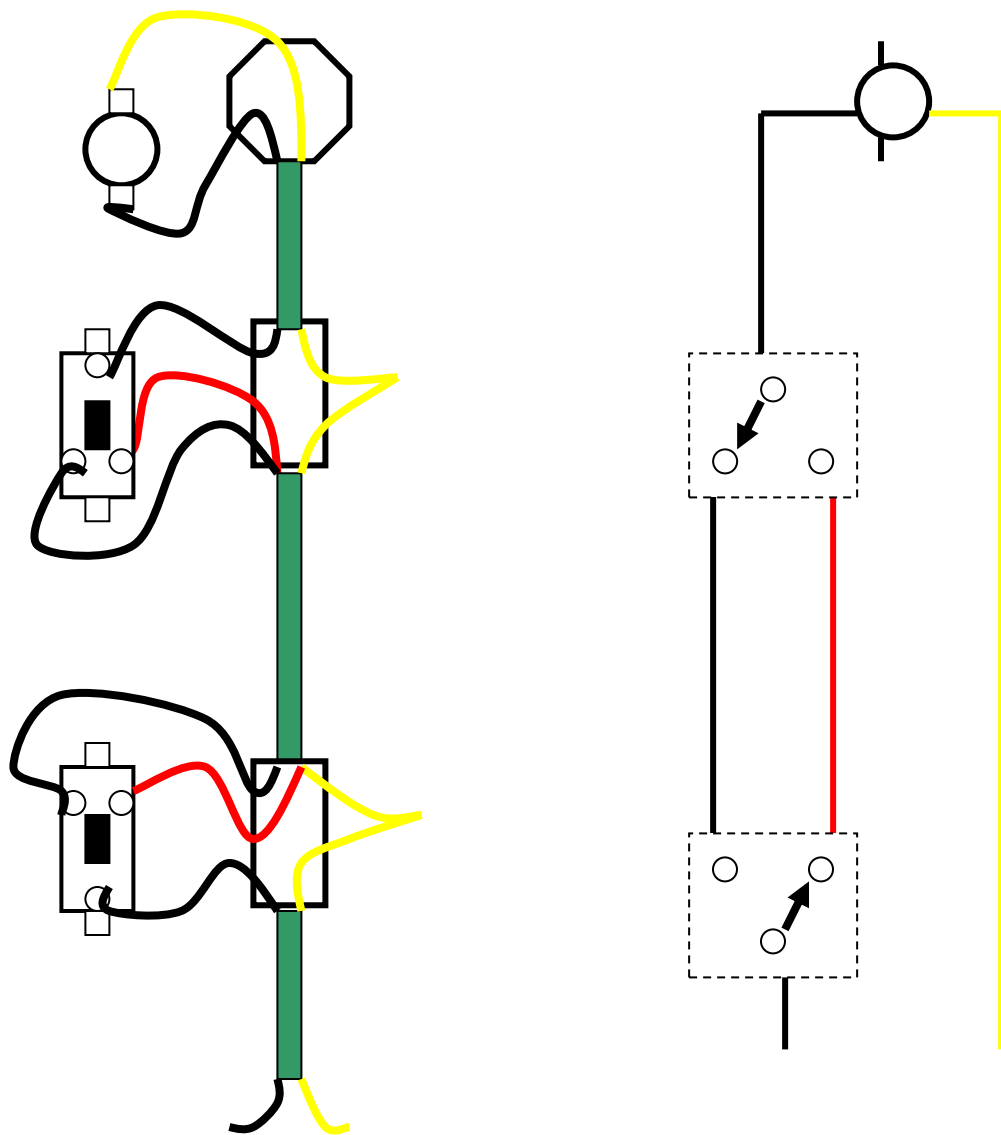
## ALIMENTACIÓN POR LÁMPARA



## LÁMPARA – INTERRUPTOR – TOMA



## LÁMPARA – INTERRUPTOR CONMUTABLE



## 2.4 CONDUCTORES ELÉCTRICOS

### REGLAMENTACIÓN

Los cables y alambres que se utilicen en las instalaciones de alumbrado, tomacorrientes y acometidas, deberán ser de cobre rojo electrolítico 99% de pureza, temple suave y aislamiento termoplástico para 600 V. Tipo THW/THHN 75/90 grados C. Los conductores hasta el No.10 serán de un solo hilo, del No.8 AWG hasta el No.2 AWG serán 7 hilos.

Todas las derivaciones o empalmes de los conductores deberán quedar entre las cajas de salida o de paso y en ningún caso dentro de los tubos. Entre caja y caja los conductores serán tramos continuos. Todas las conexiones en las cajas de derivaciones correspondientes a los sistemas de alumbrado y tomas hasta el No.10 AWG se harán entorchándolos, y la conexión quedará con doble capa de cinta aislante de plástico. Para las conexiones de cables cuyos calibres sean superiores al No.8 AWG, los empalmes se harán mediante bornes especiales para tal fin.

En todas las cajas deben dejarse por lo menos 20 cm., para las conexiones de los aparatos correspondientes. Las puntas de calibres que entran el tablero se dejarán de suficiente longitud (medio perímetro de la caja) con el fin de que permita una correcta derivación del mismo.



Para la identificación de los diferentes circuitos instalados dentro de un mismo tubo o conectados al mismo sistema, se recomienda el uso de conductores de los siguientes colores:

Neutro: Debe ser en toda su extensión blanco a gris natural.

Tierra: Desnuda o verde para red regulada.

Fases e interrumpidos: Amarillo, azul y rojo para fases,; negro para los interrumpidos (devueltos) cumpliendo el código de colores. Conductores de neutro o tierra superiores al No.8 AWG deberán quedar claramente marcados en sus extremos y en todas las cajas de paso intermedias. El mínimo calibre que se utilizará en las instalaciones de alumbrado será el No.12 AWG.

En la instalación interna, el conductor neutro y el conductor de puesta a tierra deben ir aislados entre si, y solo deben unirse con un puente equipotencial en el origen de la instalación y antes de los dispositivos de corte, dicho puente equipotencial principal debe ubicarse lo más cerca posible de la acometida.

Durante el proceso de colocación de los conductores en la tubería no se permitirá la utilización de aceite o grasa mineral como lubricante. Para la instalación de conductores dentro de la tubería se debe revisar y secar si es del caso las tuberías donde hubieran podido entrar agua. Igualmente este proceso se deberá ejecutar únicamente cuando se garantice que no entrará agua posteriormente a la tubería o en el desarrollo de los trabajos pendientes de construcción no se dañarán los conductores.



## CLASIFICACIÓN

Un conductor eléctrico es aquel material que ofrece poca resistencia al flujo de electricidad. Un buen conductor de electricidad, como la plata o el cobre, puede tener una conductividad mil millones de veces superior a la de un buen aislante, como el vidrio o la mica. En los conductores sólidos la corriente eléctrica es transportada por el movimiento de los electrones.

Resistencia es la propiedad de un objeto de oponerse al paso de una corriente eléctrica. La resistencia de un circuito eléctrico determina —según la llamada ley de Ohm— cuánta corriente fluye en el circuito cuando se le aplica un voltaje determinado. La unidad de resistencia es el ohmio, que es la resistencia de un conductor si es recorrido por una corriente de un amperio cuando se le aplica una tensión de 1 voltio. La abreviatura habitual para la resistencia eléctrica es R, y el símbolo del ohmio es la letra griega omega.

La resistencia de un conductor viene determinada por una propiedad de la sustancia que lo compone, conocida como conductividad, por la longitud por la superficie transversal del objeto, así como por la temperatura. A una temperatura dada, la resistencia es proporcional a la longitud del conductor (L) e proporcional a su resistividad ( $\rho$ ) e inversamente proporcional a su superficie transversal (A). Generalmente, la resistencia de un material aumenta cuando crece la temperatura.

$$R = \rho \frac{L}{A}$$



La mayoría de los conductores eléctricos empleados en las instalaciones eléctricas son de cobre o de aluminio, pues poseen buena conductividad. Comparativamente el aluminio tiene aproximadamente el 84 % de la conductividad del cobre, pero es más liviano; en lo referente al peso, puede tenerse con el mismo peso casi cuatro veces mayor cantidad de conductor de aluminio, que de cobre.

Es práctica común en nuestro país, emplear el sistema de calibración de conductores denominado American Wire Gage (AWG), sin embargo deberán manejarse las dimensiones en milímetros cuadrados ( $\text{mm}^2$ ) para estar de acuerdo a lo estipulado por la NOM.

## **CABLES DE BAJA TENSIÓN**

El Ministerio de Minas y Energía por medio de la Resolución Número 18 0398 de 2004 de abril 7, expidió el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), que fija las condiciones técnicas que garanticen la seguridad en los procesos de Generación, Transmisión, Transformación, Distribución y Utilización de la energía eléctrica en la República de Colombia. Uno de los principales fundamentos del Reglamento (RETIE) es "...asegurar la calidad de las instalaciones y productos que las empresas utilizan para la correcta prestación de sus servicios..."

El hecho de mayor trascendencia para el diseño y construcción de las instalaciones internas (comúnmente llamadas instalaciones domiciliarias e industriales) es que el RETIE en el Capítulo VII Artículo 40, establece la obligatoriedad de la NTC 2050, conocida como el Código Eléctrico Colombiano.



A continuación se indican los conductores eléctricos que aparecen contenidos en la NTC 2050, y que son los de mayor utilización en las instalaciones internas y la conexión con la red de la empresa suministradora del servicio de energía eléctrica.

Para Cables de Baja Tensión, aquellos cuyo voltaje de operación es como máximo de 1000 V entre fases, normalmente en esta familia se encuentran principalmente cables para 600 V.

De forma básica un Cable de Baja Tensión está compuesto por uno o varios conductores de cobre y materiales que componen el aislamiento o la chaqueta, que generalmente son plásticos. Opcionalmente se construyen con pantalla electrostática y en algunas aplicaciones específicas con armaduras para protección mecánica.

Los materiales de aislamiento más usados son el PVC, el Polietileno Termoplástico (PE) y el Polietileno Reticulado (XLPE). Dentro de estos tipos, se encuentran compuestos con características especiales como retardancia a la llama, compuestos no halogenados, baja emisión de humos, resistencia a los rayos solares, entre otros. La chaqueta proporciona resistencia mecánica a la abrasión y a posibles daños ocasionados durante la instalación y/o manipulación en operación. Para algunas aplicaciones a la intemperie o en instalación subterránea se usa el PE que posee una mejor impermeabilidad al agua y buena resistencia a los rayos solares.

Los Cables de Potencia son de uso general en instalaciones industriales, distribución interior de energía en baja tensión. Sitios secos o húmedos, cárcamos, canalizaciones o enterrado directo. La construcción de los Cables de Potencia



Multiconductores reúne las excelentes características eléctricas del PE, y eléctricas y mecánicas del XLPE como materiales de aislamiento, y las propiedades mecánicas y de retardancia a la llama del PVC como chaqueta exterior.

Los Cables de Acometida se usan para conectar la red secundaria con el equipo de medida o contador. Las Acometidas tipo SEU, SER y USE se caracterizan por su construcción con las fases en disposición paralela o cableada y el neutro de tipo concéntrico, es decir, cableado alrededor de las fases y una chaqueta exterior protectora.

Los Alambres THHN/THWN son usados especialmente en instalaciones eléctricas residenciales. Para proyectos eléctricos comerciales e industriales, los Alambres y Cables THHN/THWN CENTELSA son utilizados para alambrado eléctrico en instalaciones, en circuitos alimentadores y ramales y redes interiores secundarias industriales, conexiones de tableros, salidas de motores y sistemas generales de distribución de energía por bandejas o ductos.

ALAMBRES Y CABLES THHN/THWN



CABLES DUPLEX SPT



CABLES ENCAUCHETADOS ST-C



CABLES TFF Y TWK



CABLES COAXIALES RG 6/U, 11/U, 59/U



CABLES SOLDADOR



CABLES PARA BATERIA SGT



CABLES SILICONADOS



## CALIBRE DE LOS CONDUCTORES (ALAMBRE)

No AWG	14	12	10	8	6	4	3	2	1	1/0	2/0	3/0	4/0
AMP	15	20	30	40	55	70	80	95	110	125	145	165	195

## 2.5 TIPOS DE CONDUIT Y CANALIZACIÓN

### REGLAMENTACIÓN

Se utilizará tubería Conduit PVC de características similares a las fabricadas por PAVCO S.A. y COLMENA S.A., para todos los circuitos de alumbrado, tomacorrientes, teléfonos, acometidas, etc. Estas tuberías serán de los diámetros especificados en los planos. Un tramo de tubería entre salida y salida, salida y accesorio ó accesorio y accesorio no contendrá más curvas que el equivalente a cuatro ángulos rectos (360 grados) para distancias hasta de 15 m., y un ángulo recto (90 grados) para distancias hasta de 45 m., (para distancias intermedias se calcula proporcionalmente). Estas curvas podrán ser hechas en la obra siempre y cuando el diámetro interior del tubo no sea apreciablemente reducido. Las curvas que se ejecuten en la obra serán hechas de tal forma que el radio mínimo es 6 veces el diámetro nominal del tubo que se está figurando.

Para diámetros de tuberías superiores a 1" se utilizará codos estandarizados de 90 grados ó se podrán fabricar en la obra para éste o cualquier ángulo cumpliendo las recomendaciones de los puntos anteriores. Para el manejo de la tubería PVC en la obra deberán seguirse cuidadosamente los catálogos de instrucciones del fabricante, usando las herramientas y equipos señalados por él.

Toda la tubería que llegue a los tableros y las cajas debe llegar en forma perpendicular y en ningún caso llegará en forma diagonal, ésta será prolongada exactamente lo necesario para instalar los elementos de fijación. La tubería de PVC se

fijará a las cajas por medio de adaptadores terminales con contratuerca de tal forma que garanticen una buena fijación mecánica. La tubería que ha de quedar incrustada en la placa se revisará antes de la fundición para garantizar la correcta ubicación de las salidas y se taponará para evitar que entre mortero o piedras en la tubería. Toda la tubería que corre a la vista se deberá instalar paralela o perpendicular a los ejes del edificio.

Toda la tubería incrustada superior a 1" se deberá instalar paralela o perpendicular a la estructura o en ningún caso se permitirá el corte diagonal de las vigas y viguetas para el pase del tubo. Las tuberías de PVC llevarán un conductor de tierra desnudo a aislado del calibre determinado en las notas del plano y el cual debe quedar firmemente unido a todas las cajas, tableros y aparatos. La línea de tierra deberá ser continua a lo largo de toda la tubería.

Todas las líneas de tierra que se han dejado en las tuberías se fijarán directamente al barraje de tierras del tablero. Todas las tuberías vacías para antena T.V., se dejarán con un alambre guía de acero galvanizado calibre 14 excepto en los casos en los cuales ni existe ninguna curva entre los dos extremos del tubo, sin embargo el Contratista electricista será responsable por cualquier tubo vacío que se encuentre obstruido. Antes de colocar los conductores dentro de las tuberías, se quitarán los tapones y se limpiará la tubería para quitar la humedad.

## **TUBO CONDUIT NO-METÁLICO**

Un tubo (conduit) no-metálico es una canalización corrugada y flexible, de sección transversal circular, con acoplamientos, conectadores y accesorios integrados o asociados, aprobada para la instalación de conductores



eléctricos. Está compuesto de un material resistente a la humedad, a atmósferas químicas y resistentes a la propagación de la flama.

Una canalización flexible es una canalización que se puede doblar a mano aplicando una fuerza razonable, pero sin herramientas. Cuando se exija un conductor de puesta a tierra de equipo, en el tubo (conduit) se debe instalar un conductor separado para dicho fin.

### **TUBO CONDUIT DE POLIETILENO**

El tubo (conduit) de polietileno es una canalización semirrígida, lisa, con sección transversal circular y sus correspondientes accesorios aprobados para la instalación de conductores eléctricos. Está compuesto de un material que es resistente a la humedad, a atmósferas químicas. Este tubo (conduit) no es resistente a la flama. Cuando se requiera la puesta a tierra de equipo, debe instalarse dentro del tubo un conductor para ese propósito.

### **TUBO CONDUIT RÍGIDO NO-METÁLICO**

El tubo rígido no-metálico es una canalización de sección transversal circular de Policloruro de vinilo (PVC) con accesorios aprobados para la instalación de conductores eléctricos. Debe ser de material resistente a la flama, a la humedad y a agentes químicos. Por encima del piso, debe ser además resistente a la propagación de la flama, resistente a los impactos y al aplastamiento, resistente a las distorsiones por calentamiento en las condiciones que se vayan a dar en servicio y resistente a las bajas temperaturas y a la luz del Sol. Para uso subterráneo, el material debe ser





aceptablemente resistente a la humedad y a los agentes corrosivos y de resistencia suficiente para soportar impactos y aplastamientos durante su manejo e instalación.

### **CANALIZACIONES BAJO EL PISO**

Se permite instalar canalizaciones bajo el piso debajo de la superficie de concreto u otro material del piso en edificios de oficinas, siempre que queden a nivel con el piso de concreto y cubiertas por linóleo u otro revestimiento equivalente. No se deben instalar canalizaciones bajo el piso donde puedan estar expuestas a vapores corrosivos ni en lugares peligrosos. A menos que estén hechas de un material que se estime adecuado para esas condiciones, o a menos que estén protegidas contra la corrosión a un nivel aprobado para esas condiciones, no se deben instalar canalizaciones de metales ferrosos o no-ferrosos, cajas de terminales ni accesorios en concreto ni en zonas expuestas a la influencia de factores corrosivos severos.

### **NÚMERO DE ALAMBRES EN CONDUIT**

A continuación se mostrará el número máximo de conductores por ducto que se pueden incluir según el diámetro del conduit en unidades AWG:

No AWG	NÚMERO DE CONDUCTORES POR DUCTO								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
14	1/2	1/2	1/2	1/2	3/4	3/4	3/4	1	1
12	1/2	1/2	1/2	3/4	3/4	1	1	1	11/4
10	1/2	1/2	3/4	3/4	1	1	1	11/4	11/4
8	1/2	3/4	1	1	11/4	11/4	11/4	11/4	11/4
6	1/2	1	1	11/4	11/2	11/2	2	2	2
4	1/2	11/4	11/4	11/2	2	2	2	2	21/2
3	3/4	11/4	11/4	11/2	2	2	2	21/2	21/2
2	3/4	11/4	11/4	11/2	2	2	21/2	21/2	21/2
1	3/4	11/2	11/2	2	2	21/2	21/2	3	3
1/0	1	11/2	2	2	21/2	21/2	3	3	3
2/0	1	2	2	21/2	21/2	3	3	3	31/2
3/0	1	2	2	21/2	3	3	3	31/2	31/2
4/0	11/4	2	2	21/2	3	3	31/2	31/2	4

## 2.6 ACCESORIOS

Dado la gran diversidad de accesorios que pueden llegarse a emplear en una instalación eléctrica, a continuación se da una pequeña muestra de algunos de ellos.

### TUBO CONDUIT DE PARED DELGADA.



**CONDUIT DE PVC**



**CURVA DE 45°**



**CURVA DE 90°**

**TERMINALES Y ABRAZADERAS PARA TUBO CONDUIT**

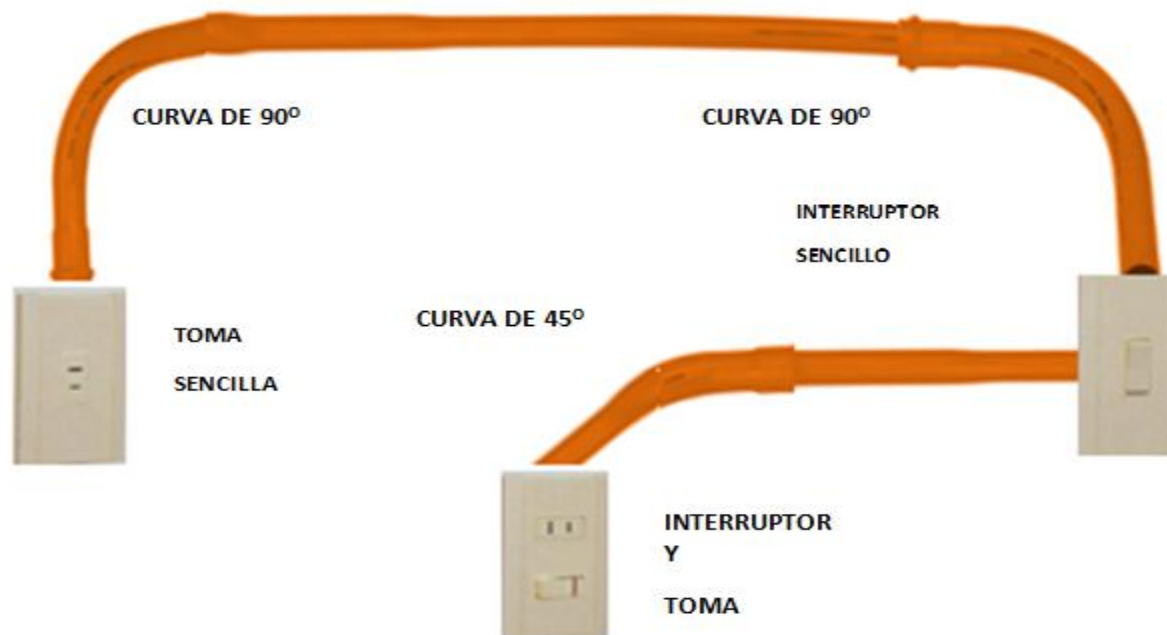


**TERMINAL PARA CAJILLA**



**ABRAZADERA PARA CONDUIT**

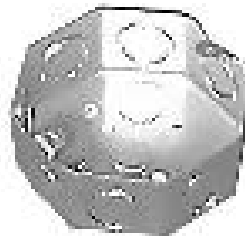
## CAMBIOS DE DIRECCIÓN CON TUBOS CONDUIT



## CAJILLAS PARA PROTEGER CONTRA LA CORROSIÓN

Las cajas serán fabricadas en láminas Cold Rolled mínimo calibre No.20 y llevarán una capa de galvanizado electrolítico. Las cajas para salidas que se utilizarán serán: Cajas galvanizadas de 2" x 4" (Ref. 5.800) para todas las salidas de tomas monofásicas, interruptores sencillos siempre y cuando no estén incrustados en una columna o muro de concreto y no lleguen más de dos tubos de ½". Cajas galvanizadas de 2" x 4" (Ref. 5.800) para todas las salidas de tomas telefónicas, antena de T.V. cuando no estén incrustadas en una columna o muro de concreto y no lleguen más de dos tubos de ½".

Cajas galvanizadas de 4" x 4" (Ref. 2.400) para todos los interruptores y tomas que no estén incluidos en el caso anterior y se proveerán del correspondiente suplemento. Cajas galvanizadas octagonales de 4" para todas las salidas de lámparas, bien sea en el techo o en el muro, a excepción de los sitios donde figure tubería de ¾", los cuales llevarán cajas Ref. 2.400. Cajas galvanizadas Ref. 2.400 para tomas monofásicas 20 A. pata trabada. Todas las tapas de cajas así como los aparatos que se instalen deberán ser niveladas y al ras con las paredes donde se instalen. En la prolongación de la tubería estas cajas se dejarán un cm afuera del ladrillo de tal forma que queden finalmente a ras con la pared pañetada y enlucida. En todas las cajas se fijará la línea de tierra por medio de un tornillo.



## INTERRUPTORES Y TOMAS

Los interruptores sencillos serán de tipo de incrustar, apropiados para instalaciones con corriente alterna, con una capacidad de 10 A. 250 V. de contacto mantenido, dos posiciones (abierta y cerrada) con terminales de tornillo apropiados para recibir alambre de cobre de calibres No.12 y No.14 AWG, con herrajes, tornillos y placa anterior.

Nunca se conectarán al conductor neutro. Los interruptores dobles, triples, conmutables, dobles conmutables y de 4 vías deberán tener características similares a las anteriores, y según el artículo 380-14 de la norma NTC 2050. Los interruptores cuando se coloquen en posición vertical deben quedar encendiendo hacia arriba y apagando hacia abajo. Cuando se coloquen en posición horizontal, quedarán encendiendo hacia la derecha y apagando hacia la izquierda.

Los tomacorrientes de uso general serán dobles, polo plano y polo a tierra con una capacidad de 15 A. a 250 V. con terminales de tornillo apropiados para recibir cables No.12 y No.14 AWG, con herrajes, tornillos y placa. Se instalarán en posición horizontal.







## 2.7 ILUMINACIÓN ELÉCTRICA

Iluminación es la conversión de cualquiera de los numerosos dispositivos que convierten la energía eléctrica en luz. Los tipos de dispositivos de iluminación eléctrica utilizados con mayor frecuencia son las lámparas incandescentes, las lámparas fluorescentes y los distintos modelos de lámparas de arco y de vapor por descarga eléctrica.

### LÁMPARA INCANDESCENTE

La lámpara incandescente está formada por un filamento de material de elevada temperatura de fusión dentro de una ampolla de vidrio, en cuyo interior se ha hecho el vacío, o bien llena de un gas inerte. Deben utilizarse filamentos con elevadas temperaturas de fusión porque la proporción entre la energía luminosa y la energía térmica generada por el filamento aumenta a medida que se incrementa la temperatura, obteniéndose la fuente luminosa más eficaz a la temperatura máxima del filamento. En las primeras lámparas incandescentes se utilizaban filamentos de carbono, aunque las modernas se fabrican con filamentos de delgado hilo de volframio o tungsteno, cuya temperatura de fusión es de 3.410°C.

El filamento debe estar en una atmósfera al vacío o inerte, ya que de lo contrario al calentarse reaccionaría químicamente con el entorno circundante. El uso de gas inerte en lugar de vacío en las lámparas incandescentes tiene como ventaja una evaporación más lenta del filamento, lo que prolonga la vida útil de la lámpara. La mayoría de las lámparas incandescentes modernas se rellenan con una mezcla de gases de argón y halógenos, o bien con una pequeña cantidad

de nitrógeno o de criptón. La sustitución de las ampollas de vidrio por compactos tubos de vidrio de cuarzo fundido han permitido cambios radicales en el diseño de las lámparas incandescentes.

En todos los sitios donde aparece lámpara incandescente en el techo o apliques, se colocará un portalámparas (roseta) de porcelana. En los sitios donde figura lámpara incandescente incrustada (bala), se coordinará con el residente el tamaño de los huecos que sea necesario dejar, de acuerdo con el modelo de bala que se vaya a instalar.

## LÁMPARAS DE DESCARGA

Las lámparas de descarga eléctrica dependen de la ionización y de la descarga eléctrica resultante en vapores o gases a bajas presiones en caso de ser atravesados por una corriente eléctrica. Los ejemplos más representativos de este tipo de dispositivos son las lámparas de arco rellenas con vapor de mercurio, que generan una intensa luz azul verdosa y que se utilizan para fotografía e iluminación de carreteras; y las lámparas de neón, utilizadas para carteles decorativos y escaparates. En las más modernas lámparas de descarga eléctrica se añaden otros metales al mercurio y al fósforo de los tubos o ampollas para mejorar el color y la eficacia. Los tubos de cerámica translúcidos, similares al vidrio, han permitido fabricar lámparas de vapor de sodio de alta presión con una potencia luminosa sin precedentes.

## LÁMPARA FLUORESCENTE

La lámpara fluorescente es otro tipo de dispositivo de descarga eléctrica empleado para aplicaciones generales de iluminación. Se trata de una lámpara de vapor de mercurio de baja presión contenida en un tubo de vidrio, revestido en su

interior con un material fluorescente conocido como fósforo. La radiación en el arco de la lámpara de vapor hace que el fósforo se torne fluorescente. La mayor parte de la radiación del arco es luz ultravioleta invisible, pero esta radiación se convierte en luz visible al excitar al fósforo. Las lámparas fluorescentes se destacan por una serie de importantes ventajas. Si se elige el tipo de fósforo adecuado, la calidad de luz que generan estos dispositivos puede llegar a semejarse a la luz solar.

Además, tienen una alta eficacia. Un tubo fluorescente que consume 40 vatios de energía genera tanta luz como una bombilla incandescente de 150 vatios. Debido a su potencia luminosa, las lámparas fluorescentes producen menos calor que las incandescentes para generar una luminosidad semejante.

## LÁMPARAS HALÓGENAS

Las lámparas halógenas producen luz pasando corriente a través de un filamento de alambre delgado pero, estos filamentos operan a temperaturas mayores, las cuales a su vez aumentan la eficacia (LPW) en más de un 20 %. La temperatura del calor es también mayor, produciendo luz “más blanca” que los focos incandescentes estándar. Las lámparas halógenas se encuentran disponibles en una variedad de formas y tamaños y pueden ser usadas de manera efectiva en una variedad de aplicaciones de iluminación, incluyendo iluminación de acentuación y de mostrador, faros delanteros de coches e iluminación proyectada exterior.



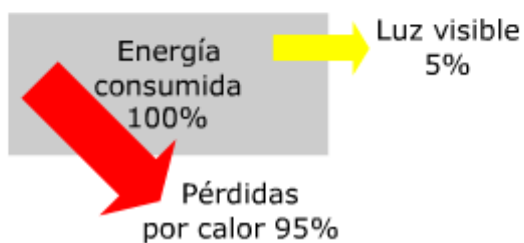
La lámpara de descarga de alta intensidad (HID) se basa en la luz emitida por medio de un gas o vapor que ha sido excitado por medio de una corriente eléctrica. Es necesaria una balastra para encender la lámpara y regular su operación. Las lámparas de descarga tiene ventajas arrolladoras en la eficiencia en energía sobre los incandescentes en donde es aplicable. La de sodio de alta presión, de haluro metálico y de vapor de mercurio son clasificadas como lámparas de descarga de alta intensidad.

### LÁMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO

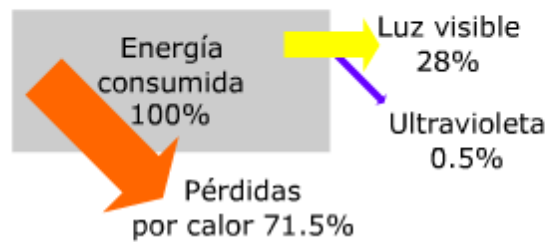
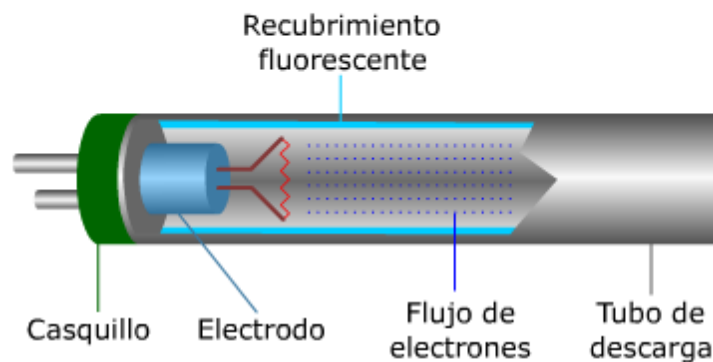
Las lámparas de mercurio son los miembros más antiguos de la familia de descarga de alta intensidad . Aunque no son tan eficientes en cuanto a energía como las lámparas de haluro metálico y las de sodio a alta presión, éstas siguen siendo usadas en una variedad de aplicaciones tales como la iluminación de caminos, de seguridad y para jardines, así

como algunas aplicaciones en interiores donde la calidad del color es crítica. Las siguientes figuras fueron tomadas de la página [www.aproid.net](http://www.aproid.net).

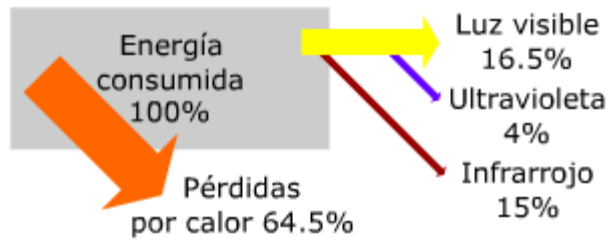
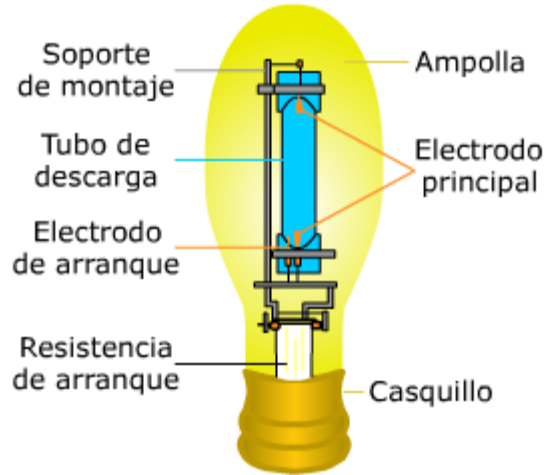
## LÁMPARA INCANDESCENTE



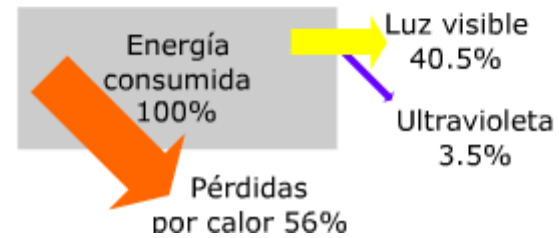
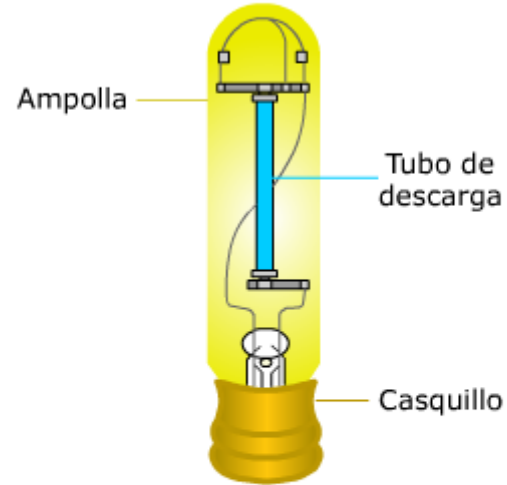
## LÁMPARA FLUORESCENTE (BAJA INTENSIDAD DE DESCARGA)



## LÁMPARA DE MERCURIO DE ALTA PRESIÓN



## LÁMPARA DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESIÓN



## 2.8 ACOMETIDA

Es la parte de la instalación que está entre la red de distribución pública (o colectiva, en caso de comunidad de vecinos) y la caja general de protección de la vivienda.



**Acometida Comunitaria**



**Acometida de una casa**

La acometida de una comunidad de vecinos contiene todos los contadores, y de allí salen los conductores de repartición a cada una de las viviendas. En cambio, la acometida de una casa, es individual, y de ella sale solamente una línea de repartición. Los aspectos que hay que tener en cuenta para mantener en buen estado la acometida son:

- Cable de sección suficiente
- Aislamientos en buen estado
- Empalmes adecuados
- Recorrido por lugares accesibles

## CONTADOR

Los contadores de electricidad miden la energía eléctrica que se consume. Pueden instalarse en módulos, paneles o armarios, pero siempre han de cumplir un grado mínimo de protección.

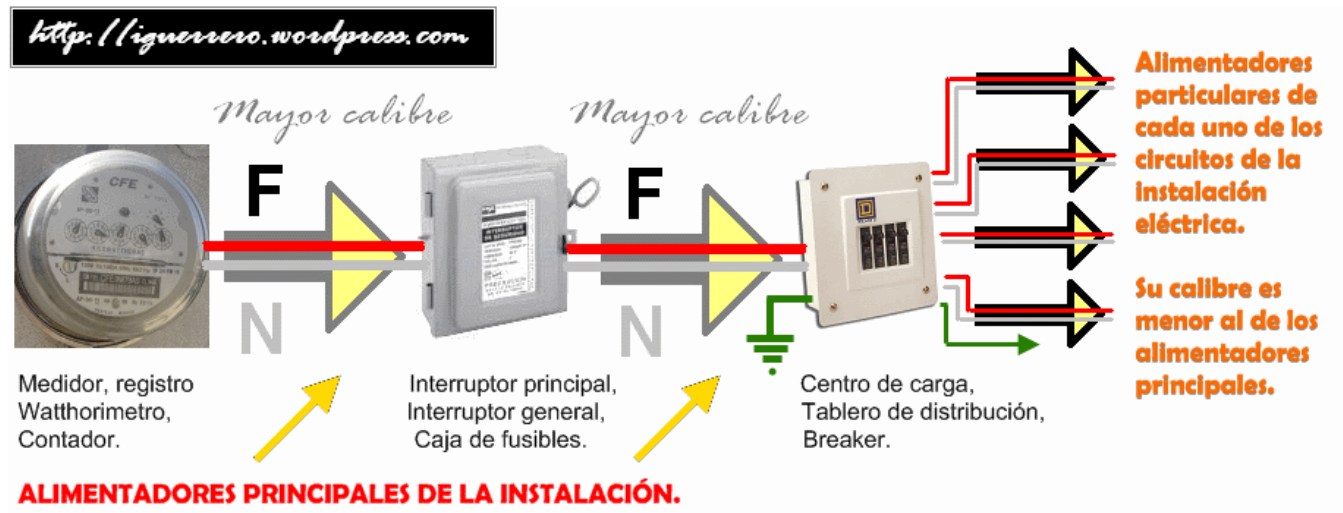




El medidor electromecánico utiliza dos juegos de bobinas que producen campos magnéticos; estos campos actúan sobre un disco conductor magnético en donde se producen corrientes parásitas.

La acción de las corrientes parásitas producidas por las bobinas de corriente sobre el campo magnético de las bobinas de voltaje y la acción de las corrientes parásitas producidas por las bobinas de voltaje sobre el campo magnético de las bobinas de corriente dan un resultado vectorial tal, que produce un par de giro sobre el disco. El par de giro es proporcional a la potencia consumida por el circuito.

El disco está soportado por campos magnéticos y soportes de rubí para disminuir la **fricción**, un sistema de engranes transmite el movimiento del disco a las agujas que cuentan el número de vueltas del medidor. A mayor potencia más rápido gira el disco, acumulando más giros conforme pasa el tiempo.



## CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN (CGP)



También llamada CAJA DE ACOMETIDA.

Es la parte de la instalación que contiene los elementos de protección de los diferentes circuitos de la vivienda, es decir, el interruptor de control de potencia , el interruptor diferencial y los pequeños interruptores automáticos. La CGP señala el principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios. La instalación eléctrica será insegura si:

- **No existe CGP:**

En este caso no hay ningún dispositivo de protección en la vivienda, frente a posibles fallos. Está totalmente prohibido por el REBT, que no exista CGP en la vivienda.

- **La CGP está puenteada:**

Es un hábito que suele ser común en viviendas en las que se dispara con frecuencia el interruptor diferencial; ya que, como no encuentran la causa por la que se dispara, optan por la solución "más cómoda", es decir, puentearlo; con esto lo que se consigue es que no haya ningún dispositivo de protección en la vivienda, frente a posibles contactos directos o contactos indirectos.

Además de puentear el interruptor diferencial, también podría ser tentador puentear los interruptores magnetotérmicos (o tacos), si lo que se quiere es consumir más potencia de la contratada; ya que a la compañía eléctrica, además de por el consumo, se le paga, más o menos, según la potencia contratada.



- **La CGP está deteriorada:**

Con una simple revisión visual, por ejemplo, cada año, basta para saber si la CGP está deteriorada o no.

## CUADRO DE MANDO DE PROTECCIÓN

Formada por el interruptor de control de potencia y el interruptor diferencial.



La ausencia de ICP o de ID (interruptor diferencial), supone total inseguridad frente a contactos directos y/o indirectos. Aproximadamente, una vez al mes, es aconsejable comprobar que el botón de prueba del ID funciona correctamente. Además debe comprobarse que la sensibilidad del ID sea la correcta; en caso de viviendas deben ser ID de alta sensibilidad, es decir, de 30 mA.

## 2.9 CIRCUITOS Y PROTECCIONES

El tablero de distribución eléctrico será similar al tipo TWC fabricado por Luminex con puerta y chapa plástica. Serán contruidos en lámina Cold Rolled con acabado final en esmalte gris o blanco al horno. Libre de bordes cortantes que puedan estropear el aislamiento de los conductores. Los tableros de distribución tendrán el número de circuitos indicado en planos. Los tableros deberán instalarse de tal forma que quede su parte inferior a 1,2 m por encima del piso acabado.

Deberán quedar perfectamente nivelados y se coordinará el espesor del pañete y del enlucido final de la pared (estuco y pintura o papel o porcelana) con el fin de que el tablero quede exactamente a ras con la pared. Los tableros se derivarán y alambrarán siguiendo exactamente la numeración de los circuitos dadas en los planos para garantizar el equilibrio de las fases. La derivación del tablero se debe ejecutar en forma ordenada y los conductores se derivarán en escuadra de tal forma que quede clara la trayectoria de todos los conductores y posteriormente se pueda retirar, arreglar o cambiar cualquiera de las conexiones de uno de los automáticos sin interferir el resto de las conexiones.

En los tableros con tarjetero renovable se llenarán las tarjetas a máquina y en éstas se indicará la identificación y/o el área de servicio de cada uno de los circuitos. En los tableros sin tarjetero renovable se escribirá en forma compacta y a máquina la identificación y/o el área de servicio de cada uno de los circuitos y se pegará en la parte interior con una lámina contac transparente. Una vez que se ha terminado la derivación del tablero se deben revisar la totalidad de las

conexiones y se apretarán los bornes de entrada, tornillos de derivación en cada uno de los automáticos, tornillos en el barraje de neutros y en el barraje de tierra.

Se deben utilizar para derivaciones interruptores de enchufar tipo QUICKLAG - QPX WESTINGHOUSE fabricado por Luminex ó similar de los amperajes especificados en los planos y una capacidad de cortocircuito de 10.000 A. RMS simétricos a 240 V., disparo térmico para sobrecargas, con disparo de tiempo inverso para sobrecargas y disparo magnético para cortocircuitos. Los automáticos de dos y tres polos que se especifiquen deberán ser compactos de accionamiento instantáneo en los polos y no serán automáticos individuales.

En el tablero de circuitos ha de instalarse un sistema de puesta a tierra, con su respectivo electrodo bajo tierra. El electrodo de puesta a tierra (copperweld. varilla 1/2" de cobre) debe tener mínimo 2,4 m. de longitud, además debe estar identificado con el nombre del fabricante y la marca, el calibre mínimo de conductor de puesta a tierra debe ser AWG #8 (para conexión al electrodo).

MONOPOLAR



BIPOLAR

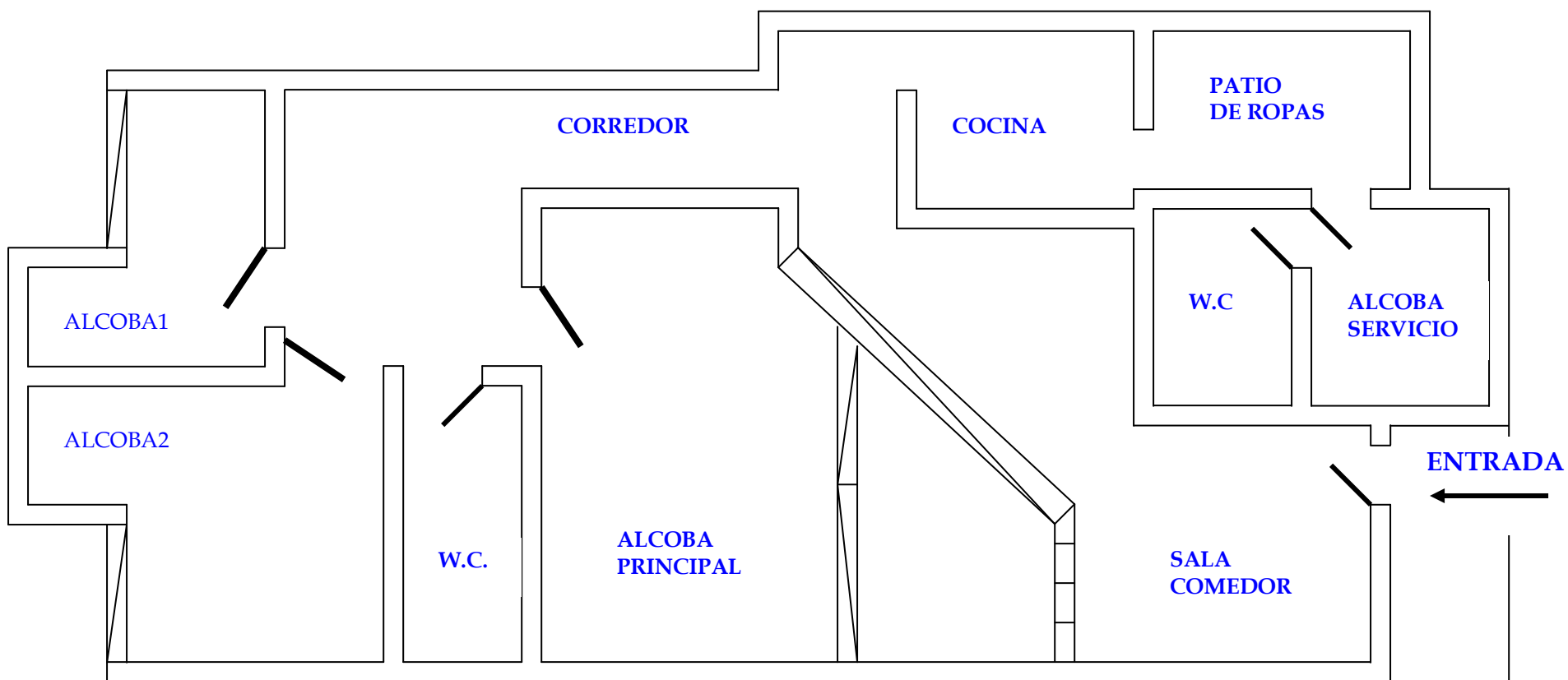


TRIPOLAR



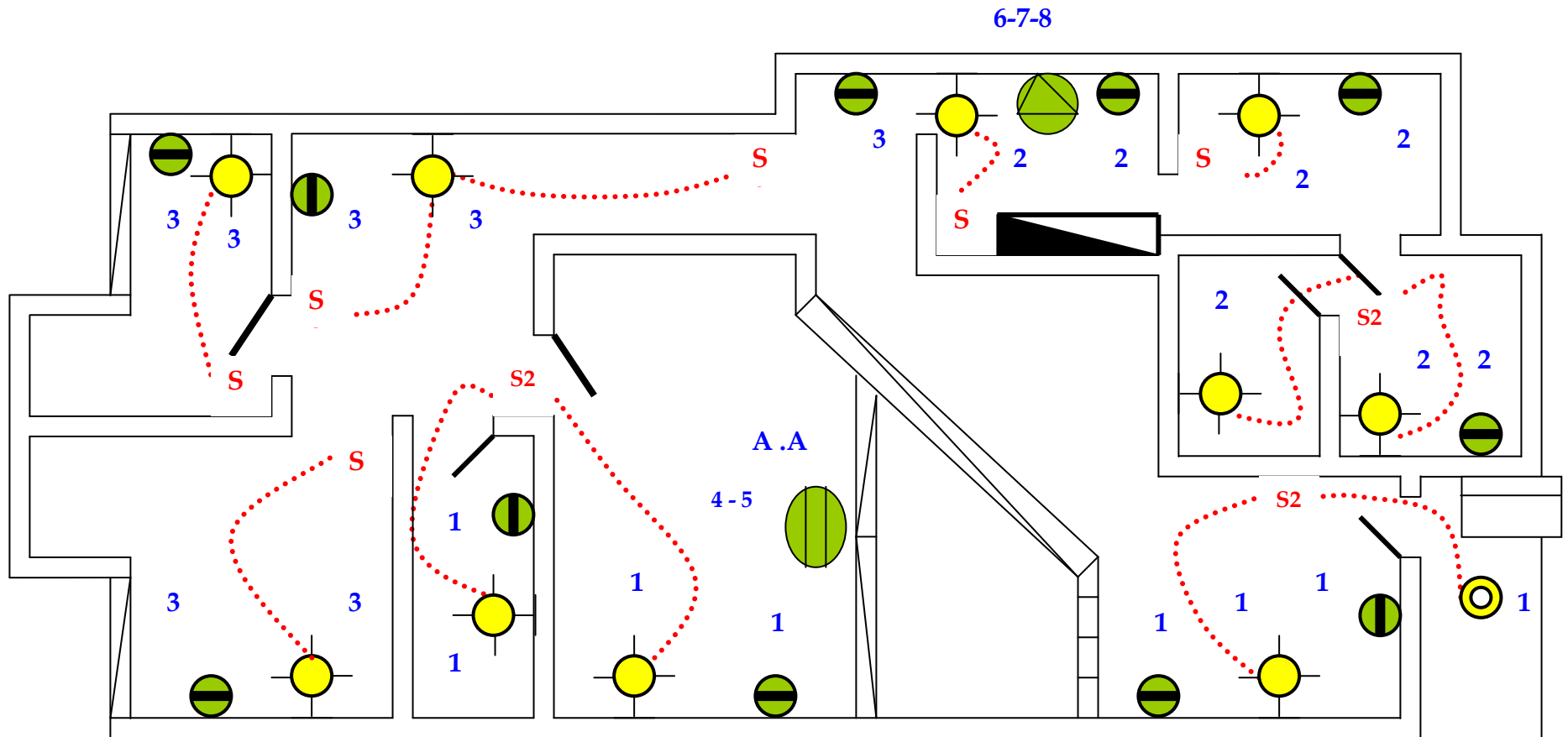
### 3. INSTALACIÓN RESIDENCIAL

#### 3.1 PLANO DE LA RESIDENCIA

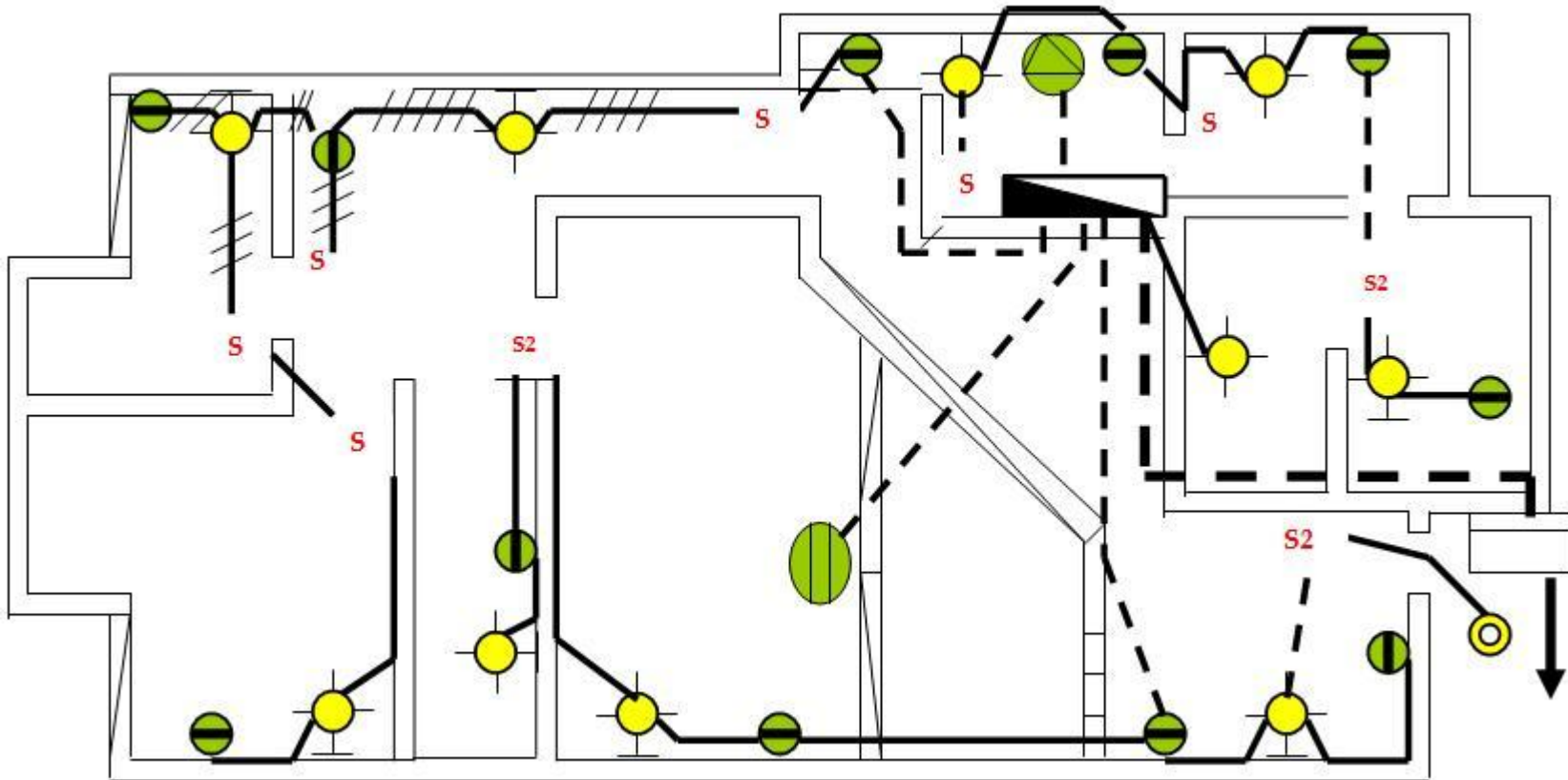




## 3.2 PUNTOS DE SALIDAS



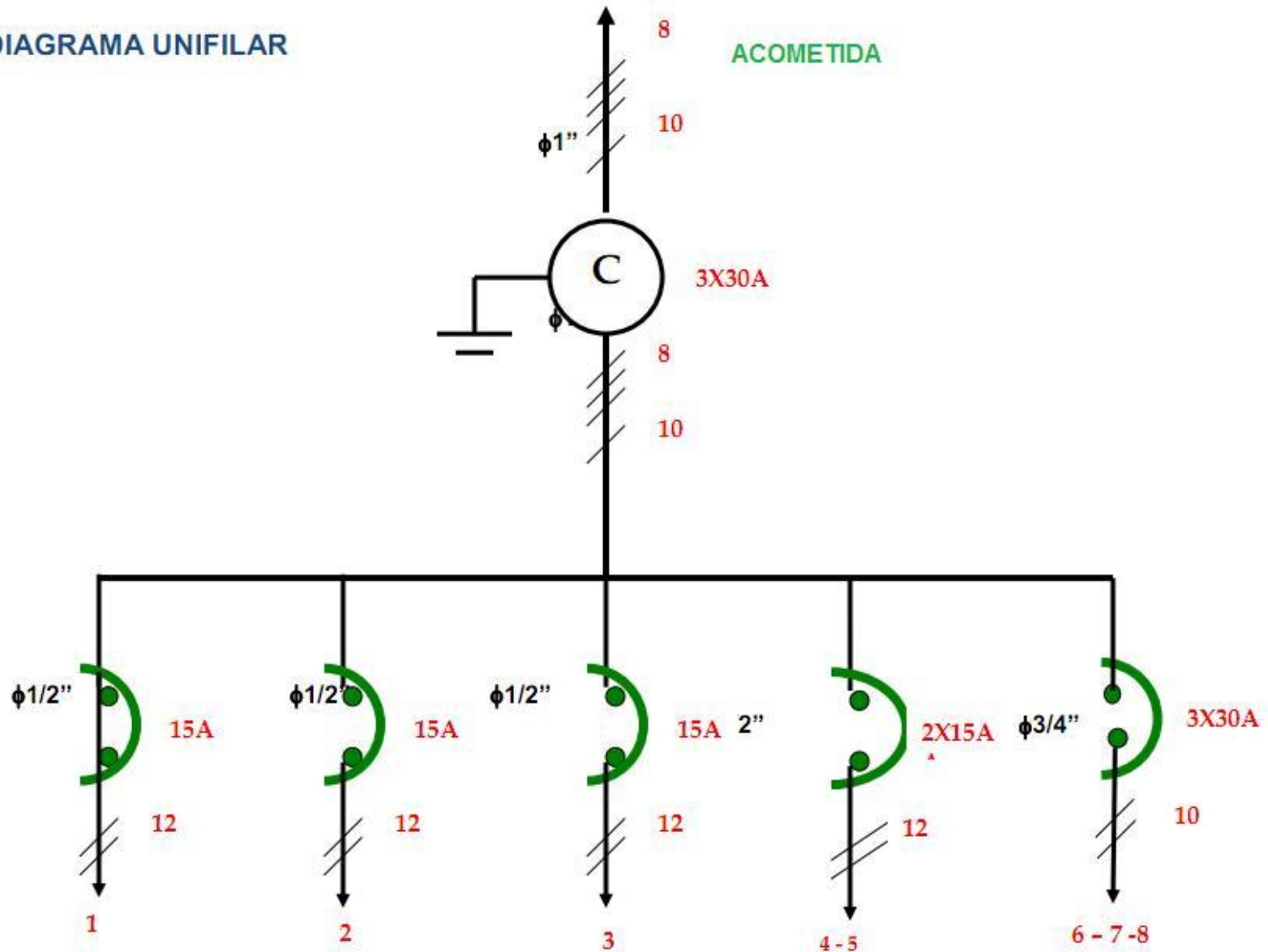
## 3.3 DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE DUCTOS



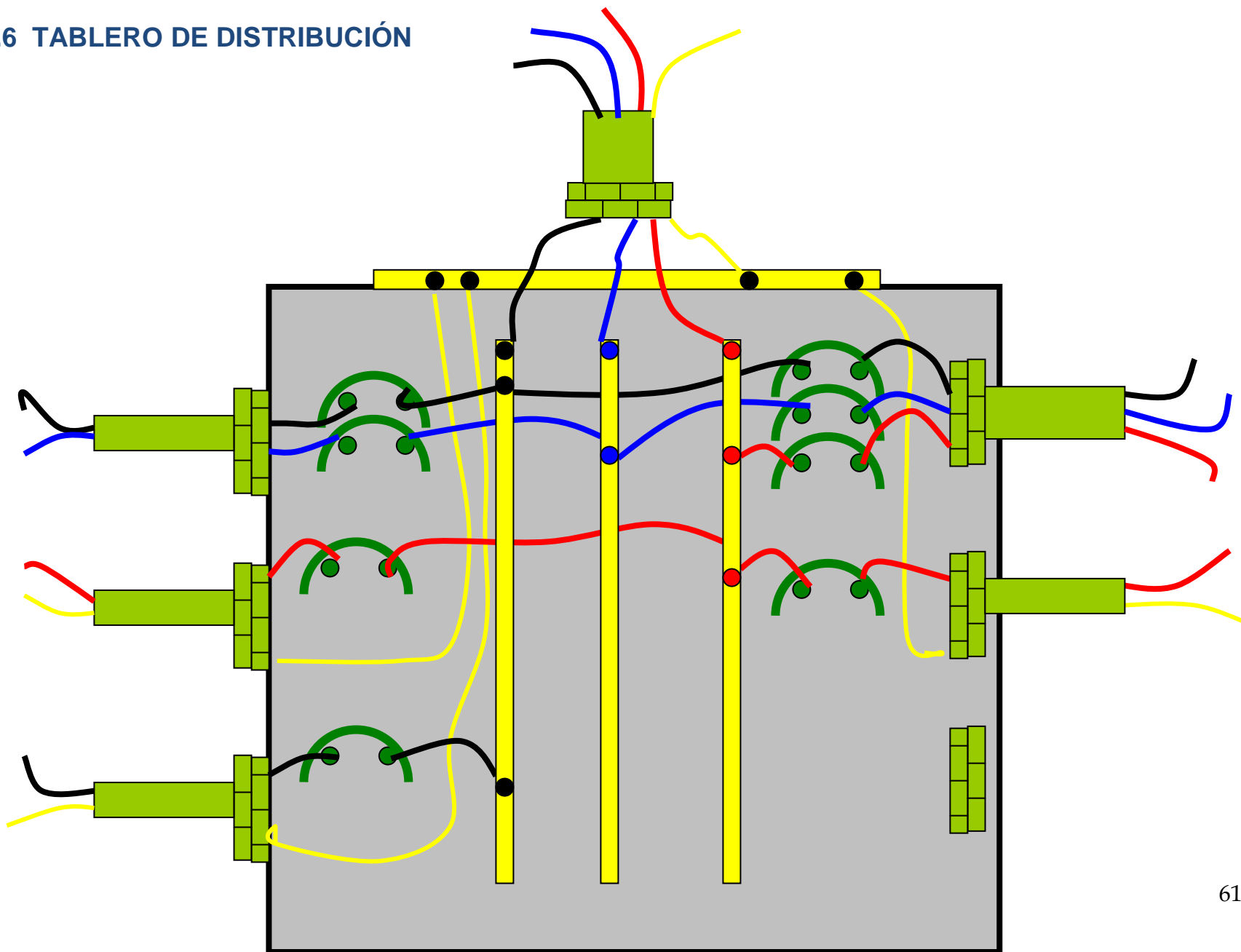
**3.4 CUADRO DE CARGA**

<b>CIRCUITO No</b>	<b>TOMAS 110V</b>	<b>TOMAS ESPECIALES</b>	<b>LÁMPARAS</b>	<b>VATIOS W</b>	<b>TACOS AMP</b>
<b>1</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>800</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>700</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>3</b>	<b>700</b>	<b>15</b>
<b>4 – 5</b>	<b>-</b>	<b>1 A . A</b>	<b>-</b>	<b>2000</b>	<b>2 x 15</b>
<b>6 – 7 - 8</b>	<b>-</b>	<b>1 ESTUFA</b>	<b>-</b>	<b>7000</b>	<b>3 x 30</b>
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>11.200</b>	
<b>CARGA TOTAL : 11.200 W</b>					

## 3.5 DIAGRAMA UNIFILAR



3.6 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN



## **5. NORMA ICONTEC 2050**

### **5.1 ALUMBRADO Y PROTECCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS**

#### **CIRCUITOS RAMALES:**

Los circuitos ramales se clasifican según la capacidad de corriente máxima o según el valor de ajuste del dispositivo de protección contra sobre corriente la clasificación de los circuitos ramales que no sean individuales debe ser de 15,20,30,40 y 50 A. cuando se usen , por cualquier razón, conductores de mayor capacidad de corriente , la clasificación del circuito debe estar determinada por la corriente nominal o por el valor del ajuste del dispositivo de protección contra sobre corriente.

#### **CIRCUITOS RAMALES MULTICONDUCTORES:**

Se permite el uso de circuitos ramales reconocidos a este artículo como circuitos multiconductores. Se permite considerar un circuito ramal multiconductor como varios circuitos. Todos los conductores deben arrancar del mismo panel de distribución.

Una instalación trifásica de potencia, tetrafilar y conectada en estrella utilizada para alimentar cargas no lineales, puede requerir que el diseño del sistema de potencia permita corrientes en el neutro con alto contenido de armónicos.

### **CODIGO DE COLOR EN CIRCUITOS RAMALES:**

**CONDUCTOR PUESTO A TIERRA:** El conductor puesto a tierra de un circuito ramal se debe identificar mediante un color continuo blanco o gris natural. Cuando en la misma canalización, caja, canal auxiliar u otro tipo de encerramiento haya conductores de distintos sistemas si se requiere que un conductor del sistema este puesto a tierra, deberá tener forro exterior de color blanco o gris natural. Los conductores puesto a tierra de los demás sistemas , si no es necesarios deberán tener forro exterior de color blanco con una banda de color identificable . El conductor puesto a tierra de los equipos de un circuito ramal se deberá identificar por un color verde continuo o un color verde continuo con una banda amarilla, excepto si esta desnudo.

### **4.2 ACOMETIDAS**

Acometida es la parte de la distribución de enlace que une la red de distribución de la empresa eléctrica con la caja general de protección del particular .es propiedad de la empresa eléctrica y suele haber una en cada casa o edificio La acometida normal de una única vivienda es monofásica, de dos hilos, uno activo (fase) y el otro neutro, a 230 voltios,



dependiendo del país. En el caso de un edificio de varias viviendas la acometida normal será trifásica, de cuatro hilos, tres activos o fases y uno neutro, siendo en este caso la tensión entre las fases 400 V y de 230 V entre fase y neutro.

### **CONDUCTORES AEREOS DE ACOMETIDA:**

**ALIMENTACION AEREA:** los conductores aéreos de acometidas hasta un edificio u otra estructura (como un poste) en los que se instale un medidor o medio de desconexión, se deben considerar acometidas aéreas y se deben instalar como tales

**AISLAMIENTO O CUBIERTA:** los conductores de acometida deben soportar normalmente la exposición a los agentes atmosféricos y otras condiciones de uso sin que se produzcan fugas perjudiciales de corriente. Los conductores individuales deben estar aislados o cubiertos con materiales termoplásticos extruido o aislante termoajustable.

### **CALIBRE Y CAPACIDAD DE CORRIENTE:**

**GENERALIDADES:** los conductores deben tener una capacidad de corriente suficiente para la que se calculado la carga, según la sección 220, y debe poseer una resistencia mecánica adecuada.

**CALIBRE MINIMO:** los conductores no deben tener una sección transversal menor a 8,36mm (8 awg) si son de cobre o a 13,29 mm (6 awg) si son de aluminio o cobre revestido de aluminio.





## PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE

**PROTECCION DE LOS CONDUCTORES:** los conductores que no sean cables flexibles y cables de artefactos eléctricos se deben proteger contra sobrecorriente según su capacidad de corriente.