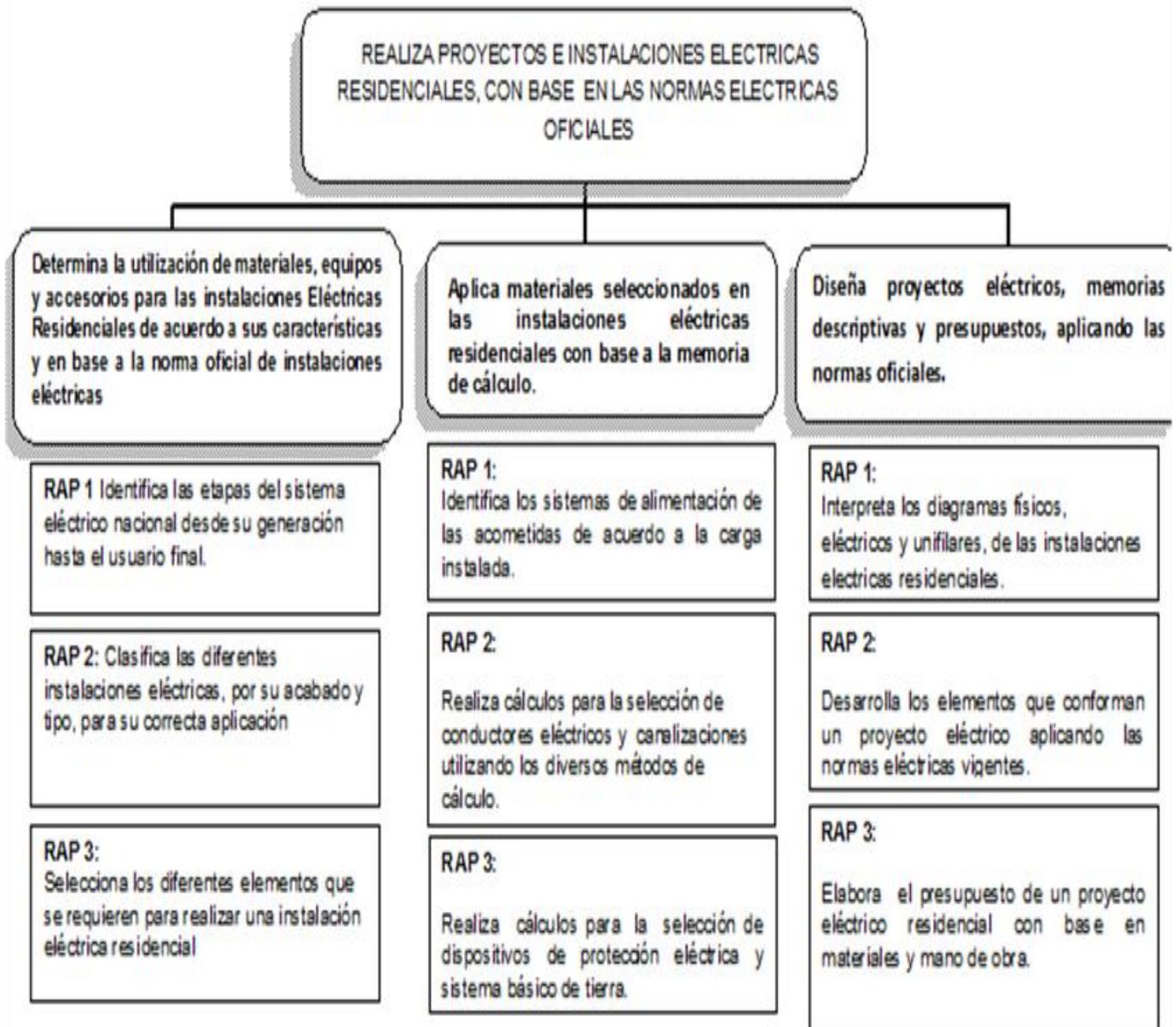


RED DE COMPETENCIAS (GENERAL Y PARTICULARES)



I. SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL.

INSTRUCCIONES: Utiliza los apuntes de clase (archivo de Word I.E.R. entregado al inicio del semestre) para resolver los siguientes ejercicios.

- I.I. Realiza un mapa mental de la red eléctrica propuesta en el sistema eléctrico nacional.
- I.II. Enuncia los artículos de la constitución que hablan acerca de la generación eléctrica en México.
- I.III. Indica la diferencia entre una instalación eléctrica de casa –habitación y una Inst. Eléctrica comercial.
- I.IV. Define el concepto de instalación eléctrica.
- I.V. Cuales son los elementos principales de una instalación eléctrica.

II. Cálculos y equipo eléctrico.

INSTRUCCIONES: Utiliza los apuntes de clase (archivo de Word I.E.R. entregado al inicio del semestre) para resolver los siguientes ejercicios.

- II.I. Que es un conductor eléctrico.
- II.II. Cuantos tipos de conductores eléctricos existen.
- II.III. Defina el concepto de tubería conduit.
- II.IV. Enuncie la forma de calcular los conductores eléctricos.
- II.V. Enuncie la forma de calcular la tubería conduit.
- II.VI. Enuncie la forma de calcular las protecciones eléctricas.

III. Circuitos eléctricos.

INSTRUCCIONES: Utiliza los apuntes de clase (archivo de Word I.E.R. entregado al inicio del semestre) para resolver los siguientes ejercicios.

- III.I. Define el concepto de circuito eléctrico.
- III.II. partes fundamentales de un circuito eléctrico.
- III.III. Tipos de circuitos eléctricos.
- III.IV. Tipos de diagramas eléctricos.
- III.V. Diagrama unifilar (partes que lo constituyen).
- III.VI. Cuadro de cargas (partes que lo constituyen).
- III.VII. Distribución eléctrica (define como se dividen los circuitos eléctricos en una casa-habitación).
- III.VIII. Describe las partes que constituyen un proyecto eléctrico.

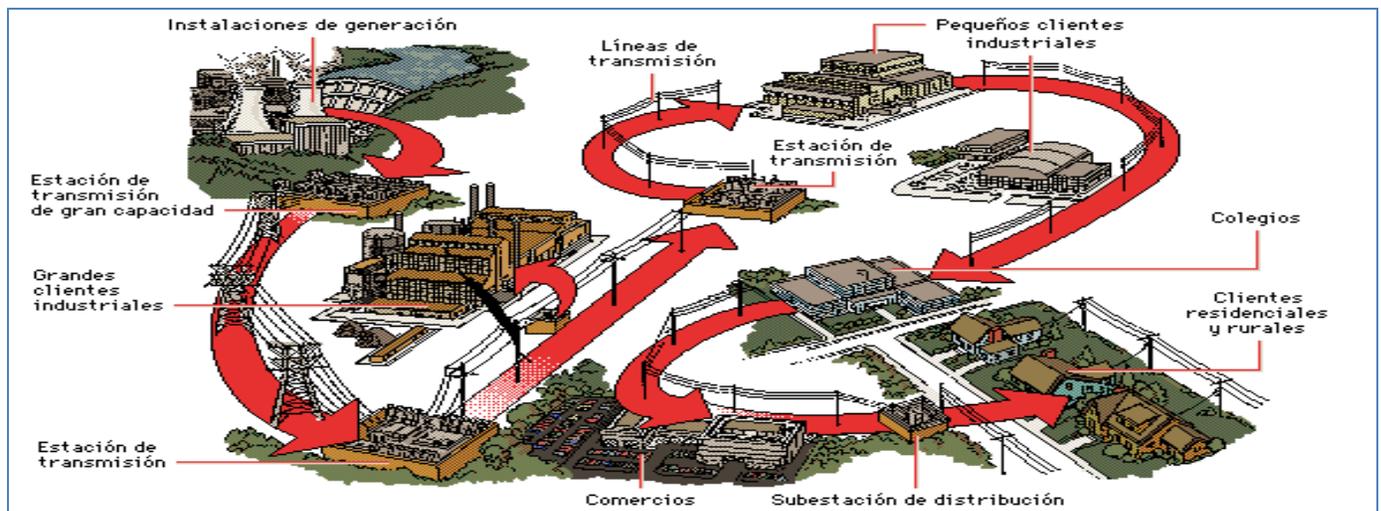
PANORAMA DEL PROCESO DE GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Generación y transporte de electricidad es el conjunto de instalaciones que se utilizan para transformar otros tipos de energía en electricidad y transportarla hasta los lugares donde se consume. La generación y transporte de energía en forma de electricidad tiene importantes ventajas económicas debido al costo por unidad generada. Las instalaciones eléctricas también permiten utilizar la energía hidroeléctrica a mucha distancia del lugar donde se genera. Estas instalaciones suelen utilizar corriente alterna, ya que es fácil reducir o elevar el voltaje con transformadores. De esta manera, cada parte del sistema puede funcionar con el voltaje apropiado. Las instalaciones eléctricas tienen seis elementos principales:

- La central eléctrica
- Los transformadores, que elevan el voltaje de la energía eléctrica generada a las altas tensiones utilizadas en las líneas de transporte
- Las líneas de transporte
- Las subestaciones donde la señal baja su voltaje para adecuarse a las líneas de distribución
- Las líneas de distribución
- Los transformadores que bajan el voltaje al valor utilizado por los consumidores.

En una instalación normal, los generadores de la central eléctrica suministran voltajes de 26.000 voltios; voltajes superiores no son adecuados por las dificultades que presenta su aislamiento y por el riesgo de cortocircuitos y sus consecuencias. Este voltaje se eleva mediante transformadores a tensiones entre 138.000 y 765.000 voltios para la línea de transporte primaria (cuanto más alta es la tensión en la línea, menor es la corriente y menores son las pérdidas, ya que éstas son proporcionales al cuadrado de la intensidad de corriente). En la subestación, el voltaje se transforma en tensiones entre 69.000 y 138.000 voltios para que sea posible transferir la electricidad al sistema de

distribución. La tensión se baja de nuevo con transformadores en cada punto de distribución. La industria pesada suele trabajar a 33.000 voltios (33 kilovoltios), y los trenes eléctricos requieren de 15 a 25 kilovoltios. Para su suministro a los consumidores se baja más la tensión: la industria suele trabajar a tensiones entre 380 y 415 voltios, y las viviendas reciben entre 220 y 240 voltios en algunos países y entre 110 y 125 en otros.



PANORAMA DEL PROCESO DE GENERACIÓN Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

PLANTA TERMOELÉCTRICA.

En el proceso termoeléctrico existe una clasificación de tipos de generación, según la tecnología utilizada para hacer girar los generadores eléctricos, denominándoseles como sigue:

- Vapor. Con vapor de agua se produce el movimiento de una turbina acoplada al generador eléctrico.

- Turbogás. Con los gases de combustión se produce el movimiento de una turbina acoplada al generador eléctrico.
- Combustión Interna. Con un motor de combustión interna se produce el movimiento del generador eléctrico.
- Ciclo Combinado. Combinación de las tecnologías de turbogás y vapor. Constan de una o más turbogás y una de vapor, cada turbina acoplada a su respectivo generador eléctrico.

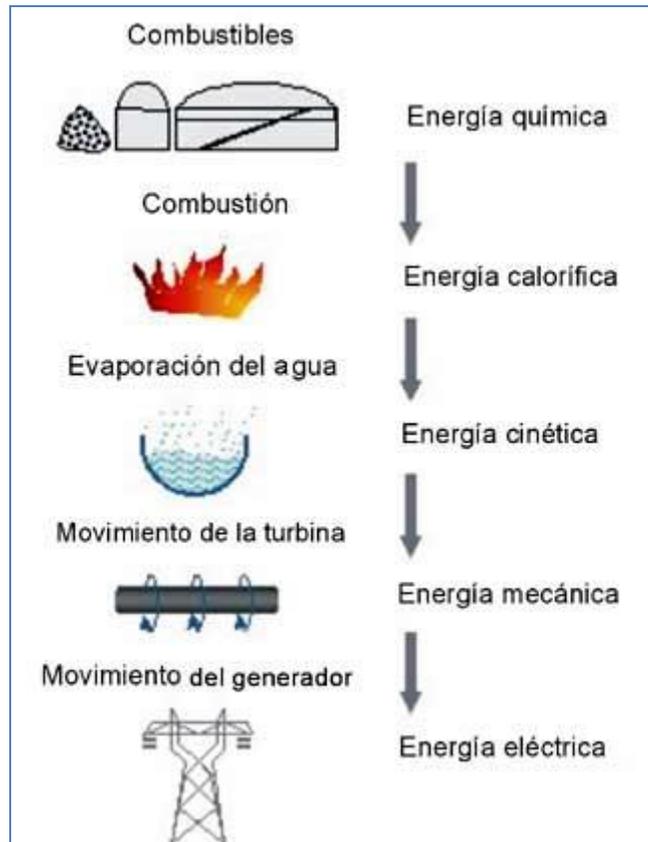
Otra clasificación de las centrales termoeléctricas corresponde al combustible primario para la producción de vapor, según:

- Vapor (combustóleo, gas natural y diesel)
- Carboeléctrica (carbón)
- Dual (combustóleo y carbón)
- Geotermoeléctrica (vapor extraído del subsuelo)
- Nucleoeléctrica (uranio enriquecido)

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LAS CENTRALES TERMOELÉCTRICAS TIPO VAPOR

Una central termoeléctrica de tipo vapor es una instalación industrial en la que la energía química del combustible se transforma en energía calorífica para producir vapor, este se conduce a la turbina donde su energía cinética se convierte en energía mecánica, la que se transmite al generador, para producir energía eléctrica.

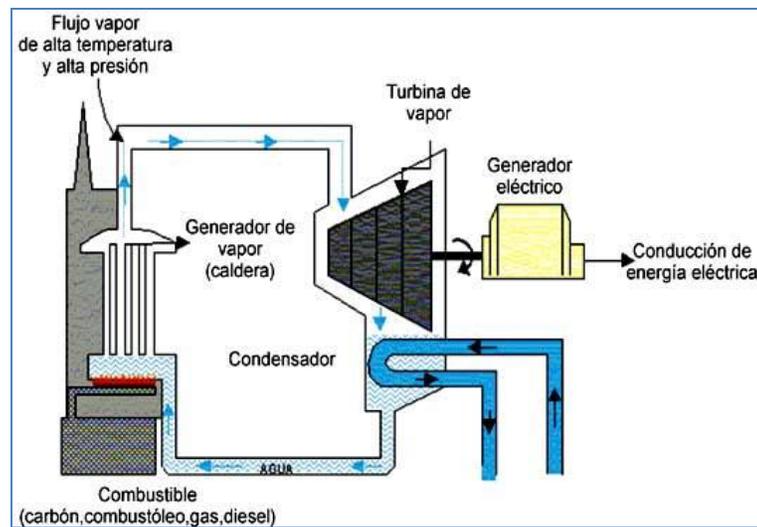
SECUENCIA DE TRANSFORMACIONES DE ENERGÍA



CENTRALES TERMOELÉCTRICA TIPO VAPOR

Estas centrales utilizan el poder calorífico de combustibles derivados del petróleo (combustóleo, diesel y gas natural), para calentar agua y producir vapor con temperaturas del orden de los 520°C y presiones entre 120 y 170 kg/cm², para impulsar las turbinas que giran a 3600 r.p.m.

Esquema de una central termoeléctrica tipo vapor



CENTRAL TERMOELÉCTRICA TIPO VAPOR

PLANTA NUCLEOELÉCTRICA.

En una central nuclear, como en una central térmica convencional, la energía calorífica liberada por el combustible se transforma en energía mecánica y después eléctrica. El calor producido hace que el agua se evapore y el vapor formado es enviado a la turbina que hace funcionar un generador para obtener finalmente la energía eléctrica.

Sin embargo, en una central térmica clásica, el calor proviene de la combustión con el oxígeno del aire de un combustible fósil como el carbón, combustóleo, gas, etc., dentro

de la caldera, mientras que en una central nuclear, el calor proviene de la fisión de los núcleos de uranio dentro de un reactor nuclear. El calor producido dentro del reactor es recogido por un fluido que pasa alrededor del combustible y que se llama "refrigerante" o fluido "portador de calor".

El vapor que alimenta la turbina puede ser producido directamente dentro del reactor o mediante el uso de un intercambiador, En ambos casos ese vapor, después de entrar a la turbina, pasa por un condensador donde se enfría al entrar en contacto con los tubos dentro de los cuales pasa el agua de enfriamiento que se toma del mar, de un río o bien de los acuíferos subterráneos. El circuito agua-vapor es un circuito cerrado, completamente independiente del circuito de enfriamiento del mar, río o pozos.

Los componentes principales de un reactor nuclear son:

- a. Un núcleo compuesto básicamente por el combustible, el moderador y el refrigerante
- b. Un sistema de control y seguridad para regular el ritmo de liberación de energía.
- c. Un contenedor hermético, dentro del cual se encuentra el material nuclear, que es un blindaje biológico para la protección de los trabajadores.
- d. Un sistema de extracción de energía o de enfriamiento para transportar el calor producido.

El núcleo del reactor es la región donde tiene lugar la reacción nuclear exotérmica y es comparable al hogar de una caldera, ya que allí se produce el calor. Los principales elementos que constituyen el núcleo son el combustible, el moderador y el refrigerante. Las variantes de estos tres elementos dan lugar a distintos tipos de reactores.

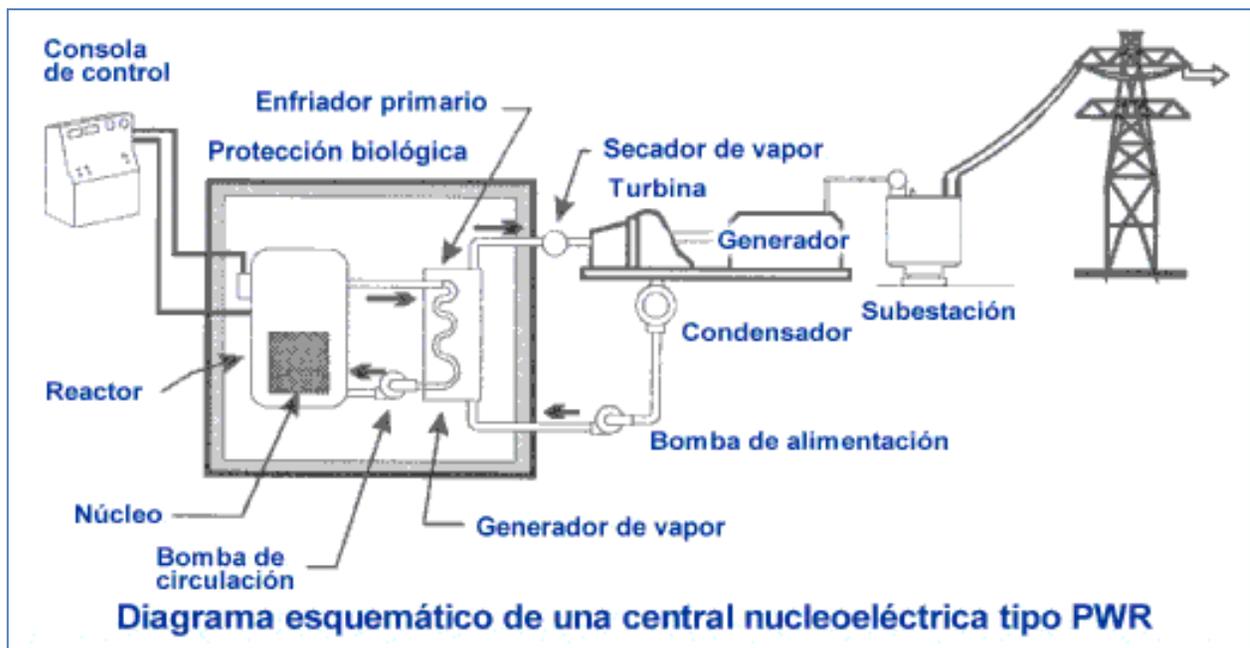
En las centrales nucleares el combustible utilizado con más frecuencia es el uranio. Este puede ser utilizado en su forma natural que contiene 0.7% de uranio 235 y 99.3% de uranio 238, o en una forma artificial que es el uranio enriquecido, en la cual se aumenta la proporción del isótopo fisionable o sea uranio 235. Este enriquecimiento es de aproximadamente 3% en los reactores de agua ligera, que son los que hoy día operan en mayor número.

REACTORES DE AGUA LIGERA

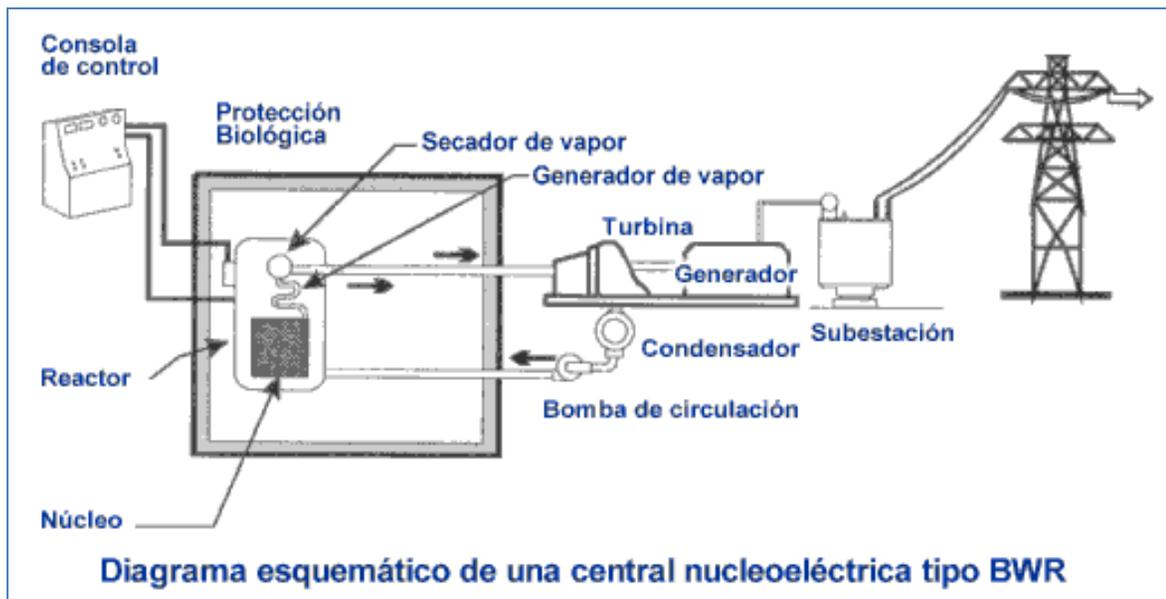
Los reactores de agua ligera utilizan precisamente el agua como moderador y refrigerante, y como combustible el uranio enriquecido.

Existen dos tipos de reactores de agua ligera, el de agua hirviente BWR y el de agua a presión PWR; las iniciales BWR y PWR vienen del idioma inglés boiling water reactor y pressurized water reactor. La diferencia fundamental de estos reactores es la manera de producir el vapor que accionará la turbina.

En los reactores de agua a presión, el agua circula a través de un circuito cerrado con el auxilio de una bomba y el refrigerante que circula a través del núcleo se mantiene a una presión alta de tal manera que ésta no hierve. En el interior del generador de vapor, el circuito primario cede su energía al circuito secundario, en el que el agua se transforma en vapor que se envía a la turbina; después este vapor pasa al condensador y regresa nuevamente al generador de vapor en forma de agua; estos reactores utilizan un ciclo indirecto.



El otro tipo de reactores de agua ligera es el de agua hirviente. En estos reactores el refrigerante no está a presión muy alta y por lo tanto el agua hierve, el vapor producido se separa y se seca dentro de la misma vasija; después se envía directamente a la turbina y más adelante al condensador, donde se convierte en agua que después de ser cuidadosamente tratada, se envía nuevamente al reactor con el auxilio de varias bombas de alimentación. Laguna Verde usa este tipo de reactores.



PLANTA HIDROELÉCTRICA.

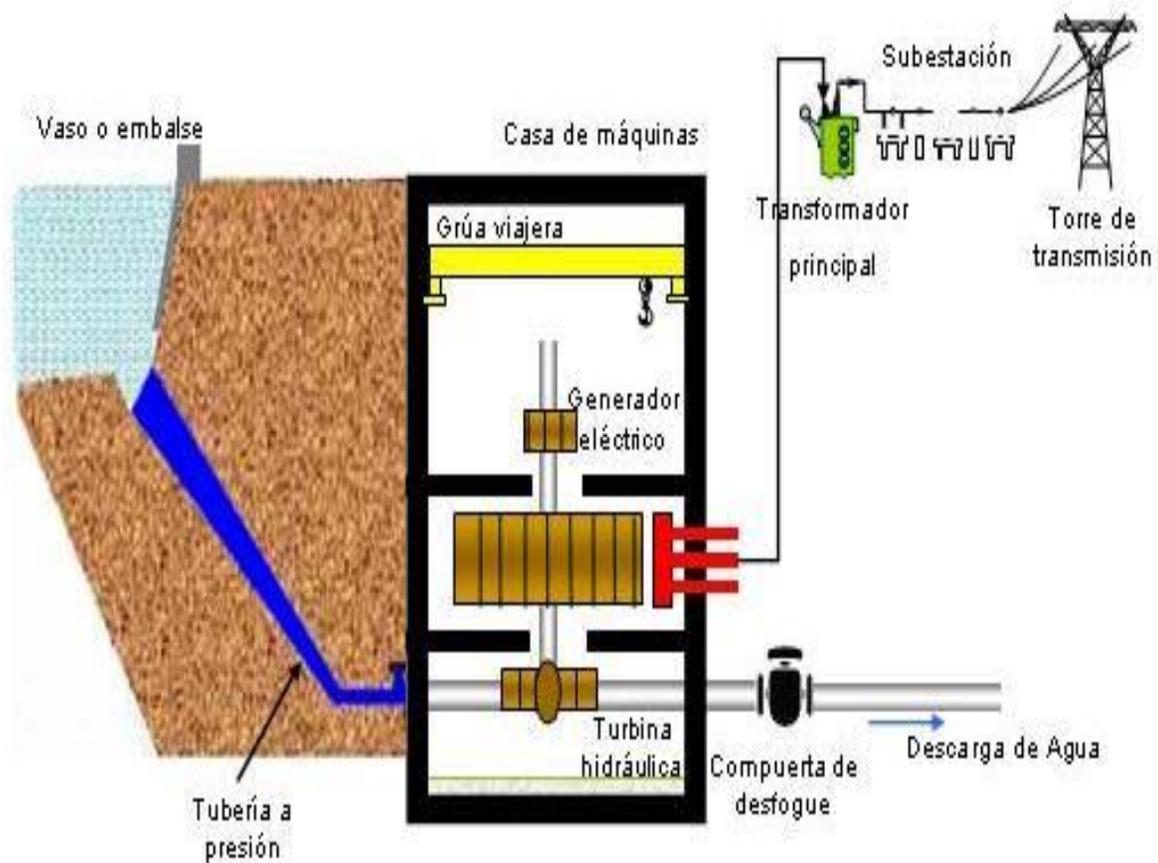
Las centrales hidroeléctricas utilizan la energía potencial del agua como fuente primaria para generar electricidad. Estas plantas se localizan en sitios en donde existe una diferencia de altura entre la central eléctrica y el suministro de agua. De esta forma, la energía potencial del agua se convierte en energía cinética que es utilizada para impulsar el rodete de la turbina y hacerla girar para producir energía mecánica. Acoplado a la flecha de la turbina se encuentra el generador que finalmente convierte la energía mecánica en eléctrica.

Una característica importante es la imposibilidad de su estandarización, debido a la heterogeneidad de los lugares en donde se dispone de aprovechamiento hidráulico, dando

lugar a una gran variedad de diseños, métodos constructivos, tamaños y costos de inversión.

Las centrales hidroeléctricas se pueden clasificar de acuerdo con dos diferentes criterios fundamentales:

1. por su tipo de embalse y
2. por la altura de la caída del agua.

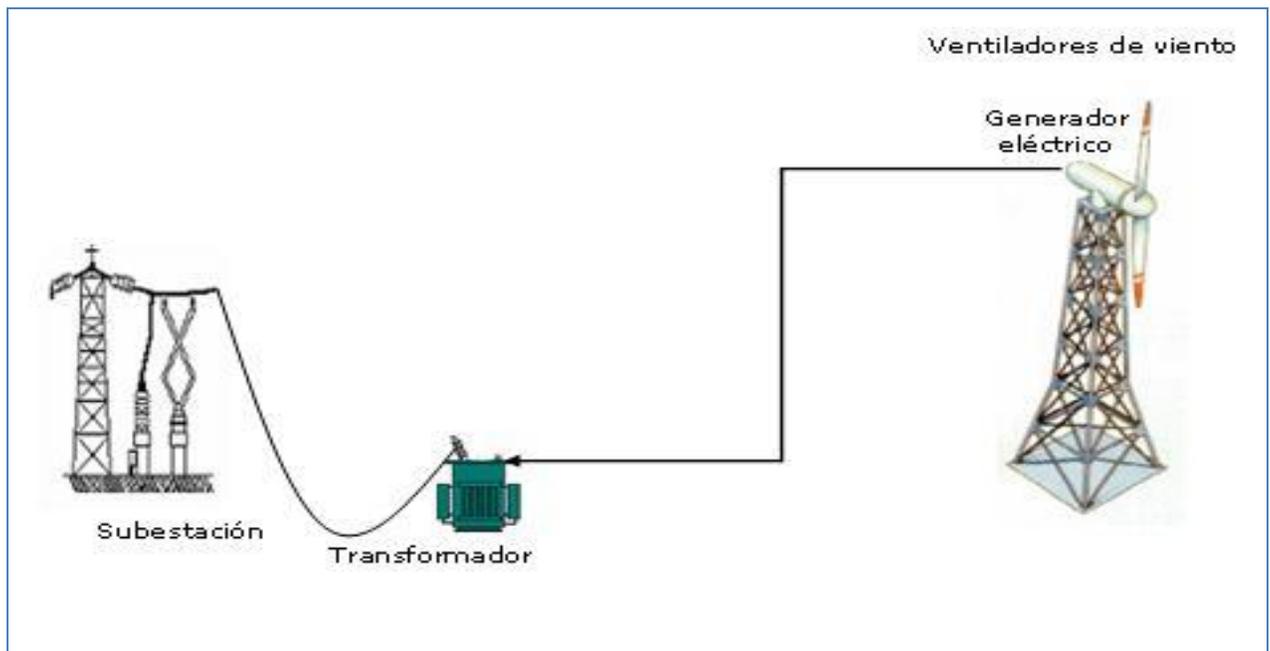


PLANTA EOLICA.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LAS CENTRALES EÓLICAS

Este tipo de central convierte la energía del viento en energía eléctrica, mediante una aeroturbina que hace girar un generador. La energía eólica está basada en aprovechar un flujo dinámico de duración cambiante y con desplazamiento horizontal. La cantidad de energía obtenida es proporcional al cubo de la velocidad del viento, lo que muestra la importancia de este factor.

Esquema de una central eólica



Los aerogeneradores aprovechan la velocidad de los vientos comprendidos entre 5 y 20 metros por segundo. Con velocidades inferiores a 5 metros por segundo, el aerogenerador no funciona y por encima del límite superior debe pararse, para evitar daños a los equipos.

DESARROLLO DE LA ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

Además de la geotermia, la única fuente de energía alterna susceptible de desarrollarse, en zonas de corrientes de viento, a precios competitivos en gran escala es la energía eólica.

Central eólica de La Venta, Oaxaca

La Central de La Venta se localiza en el sitio del mismo nombre, a unos 30 kilómetros al noroeste de la ciudad de Juchitán, Oaxaca. Fue la primera planta eólica integrada a la red en México y en América Latina, con una capacidad instalada de 1.575 MW.

Central eólica de Guerrero Negro, Baja California Sur

Se ubica en las afueras de Guerrero Negro, Baja California Sur, dentro de la Zona de Reserva de la Biosfera de El Vizcaíno.

Tiene una capacidad de 0.600 MW, y consta de un solo aerogenerador.

OBJETIVOS DE LA LEY DEL SERVICIO PÚBLICO DE ENERGIA ELECTRICA Y LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS VIGENTES.

LEY DEL SERVICIO PÚBLICO DE ENERGIA ELECTRICA.

DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1º. Corresponde exclusivamente a la Nación, generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público, en los términos del Artículo 27 Constitucional. En esta materia no se otorgarán concesiones a los particulares y la Nación aprovechara, a través de la Comisión Federal de Electricidad, los bienes y recursos naturales que se requieran para dichos fines.



Artículo 2º. Todos los servicios públicos de energía eléctrica son de orden público.



actos relacionados con el servicio público de energía eléctrica son de orden público.

Artículo 3º. No se considera servicio público: I. La generación de energía eléctrica para autoabastecimiento, cogeneración o pequeña producción; II. La generación de energía eléctrica que realicen los productores independientes para su venta a la Comisión Federal de Electricidad; III. La generación de energía eléctrica para su exportación, derivada de cogeneración, producción independiente y pequeña producción; IV. La importación de energía eléctrica por parte de personas físicas o morales, exclusivamente al abastecimiento para usos propios.



CAPÍTULO II DEL ORGANISMO ENCARGADO DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO PÚBLICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

Artículo 7º. La prestación del servicio público de energía eléctrica que corresponde a la Nación, estará a cargo de la Comisión Federal de Electricidad, la cual asumirá la responsabilidad de realizar todas las actividades a que se refiere el Artículo 4º.

Artículo 8º. La Comisión Federal de Electricidad es un organismo público descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propio.

Artículo 9º. La Comisión Federal de Electricidad tiene por objeto:

P I. Prestar el servicio público de energía eléctrica en los términos del Artículo 4o. y conforme a lo dispuesto en el artículo 5o.

I. Proponer a la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal los programas a que se refiere el Artículo 6o; D. F. 27 de diciembre de 1983.

III. Exportar energía eléctrica y, en forma exclusiva, importarla para la prestación del servicio público; D. O. F. 23 de diciembre de 1992.

IV. Formular y proponer al Ejecutivo Federal los programas de operación, inversión y financiamiento que a corto, mediano o largo plazo requiera la prestación del servicio público de energía eléctrica.

V. Promover la investigación científica y tecnológica nacional en materia de electricidad;

VI. Promover el desarrollo y la fabricación nacional de equipos y materiales utilizables en el servicio público de energía eléctrica.

VII. Celebrar convenios o contratos con los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios o con entidades públicas y privadas o personas físicas, para la realización de actos relacionados con la prestación del servicio público de energía eléctrica.

VIII. Efectuar las operaciones, realizar los actos y celebrar los contratos que sean necesarios para el cumplimiento de su objeto.

IX. Los demás que fijen esta ley y sus reglamentos.

NORMA OFICIAL MEXICANA.

La presente norma oficial mexicana de instalaciones eléctricas, en adelante NOM, cuyo proyecto fue publicado el 22 de diciembre de 1997, en el Diario Oficial de la Federación toma en cuenta los comentarios recibidos que fueron analizados y aceptados por el CCNNIE así como las opiniones y aportaciones de las instituciones y diversas organizaciones.

La estructura de la NOM responde a las necesidades técnicas que requieren la utilización de las instalaciones eléctricas en el ámbito nacional; se cuida el uso de vocablos y se respetan los términos habituales, para evitar confusiones en los conceptos. Asimismo se han ordenado los textos procurando claridad de expresión y unidad de estilo para una más específica comprensión. Lo que hará más fácilmente atendible sus disposiciones.

Se ha apegado el uso de las unidades al Sistema General de Unidades de Medida, único legal y de uso obligatorio en los Estados Unidos Mexicanos, con las excepciones y consideraciones permitidas en la NOM- 008-SCFI vigente.

En la sección 5 “Lineamientos para la aplicación de las especificaciones de la NOM”, se establece la metodología para la apropiada aplicación de las disposiciones establecidas y una guía general para su interpretación formal.

TÍTULO 1 – OBJETIVO

El objetivo de esta NOM es establecer las disposiciones y especificaciones de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas a la utilización de la energía eléctrica, a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas de seguridad para las personas y sus propiedades, en lo referente a protección contra choque eléctrico, efectos

térmicos, sobrecorrientes, corrientes de falla, sobretensiones, fenómenos atmosféricos e incendios, entre otros. El cumplimiento de las disposiciones indicadas en esta NOM garantizará el uso de la energía eléctrica en forma segura.

TÍTULO 2 - CAMPO DE APLICACIÓN

Esta NOM cubre a las instalaciones destinadas a la utilización de la energía eléctrica en:

a) Propiedades industriales, comerciales, residenciales y de vivienda, institucionales, cualquiera que sea su uso, públicas y privadas, y en cualquiera de los niveles de tensiones eléctricas de operación, incluyendo las utilizadas para el equipo eléctrico conectado por los usuarios. Instalaciones en edificios utilizados por las empresas suministradoras, tales como edificios de oficinas, almacenes, estacionamientos, talleres mecánicos y edificios para fines de recreación.



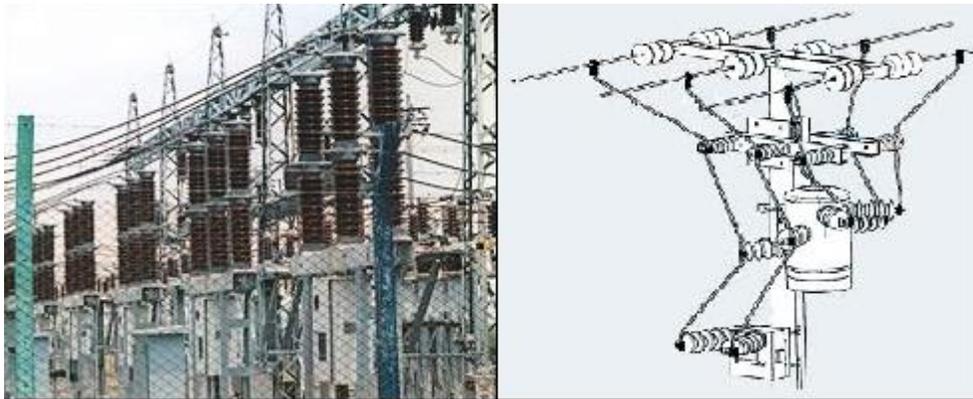
b) Casas móviles, vehículos de recreo, edificios flotantes, ferias, circos y exposiciones, estacionamientos, talleres de servicio automotriz, estaciones de servicio, lugares de reunión, teatros, salas y estudios de cinematografía, hangares de aviación, clínicas y hospitales, construcciones agrícolas, marinas y muelles, entre otros.



c) Plantas generadoras de emergencia o de reserva propiedad de los usuarios.



d) Subestaciones, líneas aéreas de energía eléctrica y de comunicaciones e instalaciones subterráneas.



e) Cualesquiera otras instalaciones que tengan por finalidad el uso de la energía eléctrica. Excepción: Esta NOM no se aplica en:

1) Instalaciones eléctricas en barcos y embarcaciones.



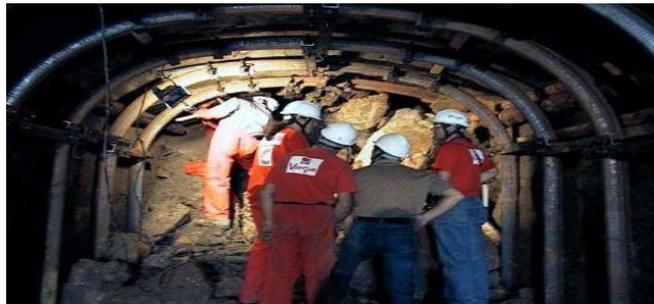
2) Instalaciones eléctricas para unidades de transporte público eléctrico, aeronaves o vehículos automotrices.



3) Instalaciones eléctricas del sistema de transporte público eléctrico para la generación, transformación, transmisión o distribución de energía eléctrica utilizada exclusivamente para la operación de equipo rodante, o instalaciones usadas exclusivamente para propósitos de señalización y comunicación.



4) Instalaciones eléctricas en minas y maquinaria móvil autopropulsada para las mismas.



5) Instalaciones de equipo de comunicaciones que esté bajo el control exclusivo de empresas y servicio público de comunicaciones.



TÍTULO 3 – REFERENCIAS

Para la correcta aplicación de esta NOM es necesario consultar los siguientes documentos vigentes:

Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento

Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y su Reglamento

NOM-008-SCFI, Sistema General de Unidades de Medida

NOM-024-SCFI, Información comercial aparatos electrónicos, eléctricos y electrodomésticos - Instructivos y garantías para los productos de fabricación nacional e importada

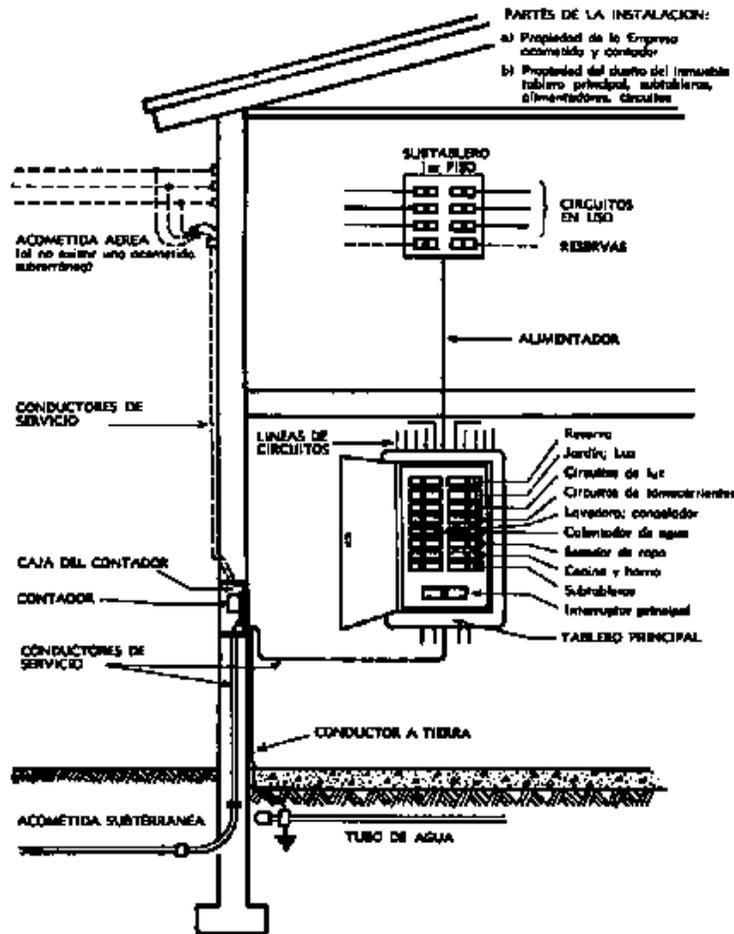
NOM-050-SCFI, Información comercial - Información comercial del envase o su etiqueta que deberán ostentar los productos de fabricación nacional y extranjera

NMX-J-098, Sistemas eléctricos de potencia - Suministro - Tensiones eléctricas normalizadas

INSTALACION ELECTRICA.

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 ambiente en que se encontrará.



OBJETIVO DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

Puede decirse que el objetivo fundamental de una instalación eléctrica es el 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

Ya que la presencia de la energía eléctrica significa un riesgo para el humano, se requiere suministrar la máxima seguridad posible para salvaguardar su integridad así como la de los bienes materiales.



* Eficiencia y economía

En este rubro deberá procurarse conciliar lo técnico con lo económico y es donde el proyectista deberá mostrar su ética profesional para no perjudicar al cliente.



* 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.



CLASIFICACION DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS

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, extra alta tensión, mediana tensión y baja tensión.

Para efectos de nuestro curso clasificaremos a las instalaciones eléctricas como residenciales, comerciales e industriales, las cuales se explican por sí mismas.

Tomando en cuenta la anterior clasificación y considerando las características de los locales o de las áreas donde se desarrollarán las instalaciones, estas pueden denominarse como a continuación se cita:

- Totalmente visibles
- Visibles entubadas
- Temporales
- De emergencia
- Parcialmente ocultas

- Ocultas

- A prueba de explosión

TOTALMENTE VISIBLES

En este caso, todas las partes componentes de la instalación eléctrica se encuentran a la vista y sin ningún elemento que le sirva como protección contra esfuerzos mecánicos, ni como protección en contra del medio ambiente.

VISIBLES ENTUBADAS

Las instalaciones eléctricas son así realizadas, ya que las estructuras de la construcción y el material de los muros impiden el ahogar las canalizaciones, en este caso si existe protección mecánica y contra los factores ambientales.

TEMPORALES

Este tipo de instalaciones se construyen para abastecer de energía eléctrica por períodos de tiempo cortos, como es en el caso de ferias, carnavales, exposiciones, juegos mecánicos, servicios en obras en proceso, etcétera.

DE EMERGENCIA

Cuando se requiere contar con suministro continuo de energía eléctrica, se coloca una planta de emergencia que generalmente se pone en operación automáticamente al faltar la energía que proporciona la compañía suministradora. Es muy usual encontrar este tipo de instalaciones en grandes centros comerciales, hospitales, teatros, cines y en industrias que cuentan con un proceso de fabricación continuo.

PARCIALMENTE OCULTAS

Se localiza este tipo de instalación en naves industriales donde parte de la canalización va por pisos y muros y la restante por armaduras; en edificios de bancos, oficinas y centros comerciales que cuentan con falso plafón.

TOTALMENTE OCULTAS

En este caso la instalación eléctrica presenta un muy buen acabado, ya que quedan visibles solamente las tapas de los tomacorrientes, de los interruptores y de los centros de carga o tableros. Poseen el grado más alto de estética cuando los accesorios son de buena calidad y presentación.

A PRUEBA DE EXPLOSION

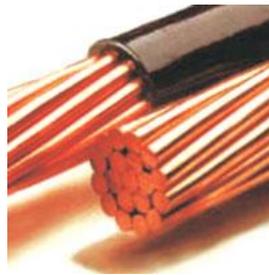
Las instalaciones eléctricas a prueba de explosión se construyen en los locales y ambientes donde existen polvos o gases explosivos, así como partículas en suspensión factibles de incendiarse. Las canalizaciones deberán cerrar herméticamente. Por ejemplo, se desarrollan este tipo de instalaciones en molinos de trigo, minas de tiro, gaseras, plantas petroquímicas, etc.

MATERIALES EMPLEADOS EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

Los materiales empleados en las instalaciones eléctricas pueden dividirse en dos grupos, que se conocen con el nombre de Conductores y Aislantes.

MATERIALES CONDUCTORES.- Como materiales conductores de la electricidad se consideran todos aquellos que presentan poca resistencia al paso de la corriente eléctrica a través de ellos, al encontrarse sometidos a una diferencia de potencial. Los conductores eléctricos pueden dividirse en tres clases: metálicos (sólidos), electrolíticos (líquidos) y gaseosos.

En los conductores metálicos la conducción de la electricidad se debe a los movimientos interatómicos de los electrones en el interior del conductor, y no es acompañada por acción química ni por movimiento de materia.

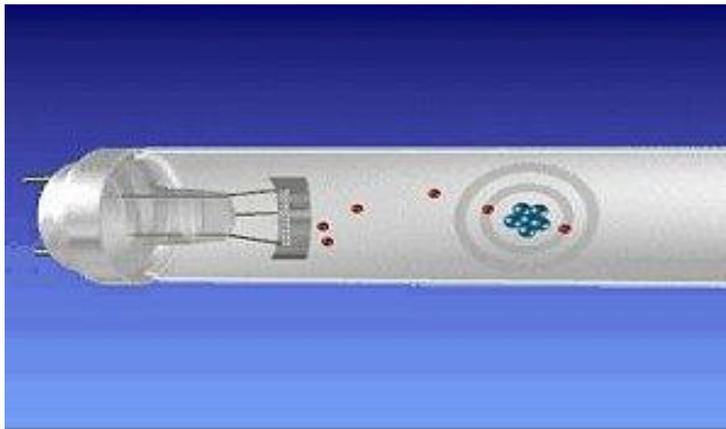


En los conductores electrolíticos (ácidos, bases y sales), la conducción se acompaña de acción química y movimiento de materia a través de ellos.



conductores electrolíticos conducción se acompaña movimiento de materia a

Por último, en los conductores gaseosos la conducción se debe al desplazamiento de los iones positivos y negativos libres, en los cuales se dividen los átomos del gas cuando está ionizado.



En adelante nos referiremos a los conductores sólidos o metálicos, quedando los conductores líquidos y gaseosos para usos especiales.

Los materiales empleados como conductores deben reunir ciertas condiciones para que puedan servir en la construcción de elementos eléctricos. Entre las condiciones mecánicas están: la flexibilidad, resistencia a la rotura, etc.

Como propiedades térmicas tenemos: temperatura de fusión elevada y buena conductividad térmica. Y entre las propiedades eléctricas tenemos: la resistencia, la resistividad, la conductividad y la variación de la resistencia con la temperatura.

PROPIEDADES ELECTRICAS DE LOS MATERIALES CONDUCTORES.

Cuando hablamos de los materiales conductores como tales, son sus propiedades eléctricas las que mas nos interesan, y a continuación las recordamos:

RESISTENCIA.- Se llama resistencia a la propiedad que tiene un conductor de oponerse al paso de la corriente eléctrica, Su valor es determinada mediante la Ley de Ohm.

$$R = \frac{E}{I}$$

La unidad de resistencia es el ohm, aunque tiene dos múltiplos; el Kiloohm (mil ohms) y el megaohm (un millon de ohms).

RESISTIVIDAD.- Si tomamos en cuenta la longitud l , la sección transversal A , la resistencia de los conductores viene dada por la siguiente expresión:

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

La que nos dice que la resistencia de un conductor varía en forma inversa proporcional a su sección transversal, en forma directa proporcional a su longitud y asu resistividad.

Siendo ésta resistividad una propiedad inherente a la materia que constituye el conductor, así:

$$\rho = \frac{RA}{L}$$

La resistividad de un material conductor varía según su estado físico, su temperatura, etc. Su unidad es:

$$\frac{\Omega \times mm^2}{m} \quad ; \text{ o tambien} \quad \frac{M\Omega \times cm^2}{cm}$$

La inversa de la resistividad es la conductividad o conductibilidad, o sea:

$$r = \frac{1}{\rho}$$

Su unidad es:

$$\frac{m}{\Omega \times mm^2} \quad ; \text{ ó tambien} \quad \frac{cm}{M\Omega \times cm^2}$$

En la siguiente tabla (3.1) se dan los valores de resistividad y conductividad de diversos materiales eléctricos:

TABLA 3.1 RESISTIVIDAD Y CONDUCTIVIDAD DE DIVERSOS MATERIALES CONDUCTORES.

MATERIAL	RESISTIVIDAD A 0 ⁰ C.	CONDUCTIVIDAD
	$\frac{\Omega \times mm^2}{m}$	$\frac{1}{\Omega \times mm^2}$
		$\frac{m}{\Omega \times mm^2}$
PLATA RECOCIDA	0.0146	70
PLATA MARTILLADA	0.0159	63
COBRE ELECTROLÍTICO	0.0154	65
COBRE RECOCIDO PATRÓN	0.0172	58
ORO RECOCIDO	0.0209	48
ORO MARTILLADO	0.0212	47
ALUMINIO PURO	0.026	39
ALUMINIO RECOCIDO	0.028	36
ZINC	0.056	18
TUNGSTENO	0.06	17
HIERRO FUNDIDO	0.08	13
HIERRO PURO	0.12	8
NÍQUEL	0.10	10
PLATINO	0.11	9
ESTAÑO	0.12	8
PLOMO	0.195	5
MERCURIO	0.94	1.06

Resulta evidente que los materiales que tienen resistividades grandes no son buenos conductores y, por el contrario, aquellos que tengan conductividades grandes serán los mejores conductores.

Así, de la anterior tabla podemos constatar que los metales son buenos conductores, algunos mejores que otros, pero si nos referimos a los valores de la columna de conductividades y los ordenamos en orden decreciente, tendremos la siguiente tabla que abarca los mejores 6 conductores de la electricidad.

1. PLATA
2. COBRE
3. ORO
4. ALUMINIO
5. ZINC
6. TUNGSTENO

Al observar la lista destacamos dos electos: plata y oro; primer y tercer mejores conductores respectivamente, a los que su alto precio no sólo limita su uso sino que lo hace prohibitivo. Así las cosas, a continuación se mencionan algunas propiedades de los otros electos de la lista.

COBRE.- Después de la plata es el mejor conductor de la electricidad, muy dúctil y maleable. El cobre electrolítica mete puro se emplea en la fabricación de los conductores eléctricos, que detallaremos posteriormente.



ALUMINIO.- Metal blando maleable, muy dúctil y ligero. Su principal aplicación es en las líneas de transmisión, sustituyendo al cobre por su menor peso y bajo costo.



ZINC.- Metal blando azulado, duro y quebradizo. Se emplea principalmente para formar electodos en algunas pilas y en los acumuladores, también en la galvanización de hierros y aceros inoxidables.

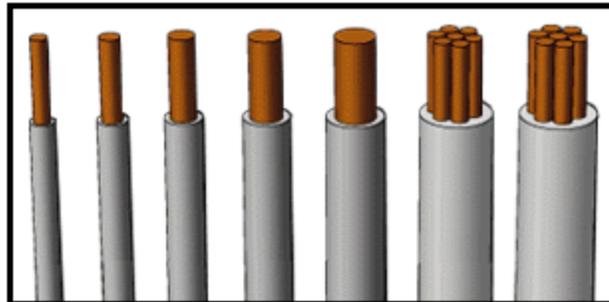


TUNGSTENO.- Gracias a su elevado punto de fusión, es el conductor que se emplea en la fabricación de filamentos para las lámparas incandescentes. Y, precisamente en el punto de incandescencia presenta una gran resistencia a la rotura y deformación. Debido a que se oxida fácilmente en el aire a alta temperatura, se le emplea al vacío o en atmósferas con gas inerte (neón, argón, etc).



CALIBRES DE LOS CONDUCTORES.

En un principio, los fabricantes de conductores eléctricos los clasificaban con diferentes simbologías, nomenclaturas y números; esto provocó un desconcierto total pues para un conductor de igual sección transversal, cada fabricante le daba un nombre, símbolo ó número diferente.



Posteriormente la “AMERICAN WIRE GANGE” presentó un sistema de nomenclatura el cual fué adoptado por todos. Por esto, al número que designa el calibre de un conductor es precedido de la leyenda calibre AWG ó MCM.

La labla 3.2 muestra las dimensiones de los conductores eléctricos desnudos en diferentes sistemas de unidades.

TABLA 3.2

DIMENSIONES DE LOS CONDUCTORES ELECTRICOS DESNUDOS.

Tamaño nominal		Conductores				Resistencia a la c.c. a 75°C		
mm ²	AWG kcmil	Alambres componentes		Dimensiones totales		Cobre		Aluminio
		Cantida d	Diámetr o mm	Diámetr o mm	Área mm ²	Sin estañar Ω/km	Estañado Ω/km	Ω/km
0,8235	18	1	1,02	1,02	0,82	25,5	26,5	
0,8235	18	7	0,381	1,17	1,07	26,1	27,7	
1,307	16	1	1,29	1,29	1,31	16,0	16,7	
1,307	16	7	0,483	1,47	1,70	16,4	17,4	
2,082	14	1	1,63	1,63	2,08	10,1	10,5	
2,082	14	7	0,61	1,85	2,70	10,3	10,7	
3,307	12	1	2,05	2,05	3,32	6,33	6,59	
3,307	12	7	0,762	2,34	4,29	6,50	6,73	
5,26	10	1	2,59	2,59	5,26	3,97	4,13	
5,26	10	7	0,965	2,95	6,82	4,07	4,23	
8,367	8	1	3,26	3,26	8,37	2,51	2,58	
8,367	8	7	1,24	3,71	10,8	2,55	2,65	
13,3	6	7	1,55	4,67	17,2	1,61	1,67	2,65
21,15	4	7	1,96	5,89	27,3	1,01	1,05	1,67
26,67	3	7	2,21	6,60	34,3	0,804	0,833	1,32
33,62	2	7	2,46	7,42	43,2	0,636	0,659	1,05
42,41	1	19	1,68	8,43	55,9	0,505	0,525	0,830
53,48	1/0	19	1,88	9,45	70,1	0,400	0,417	0,659
67,43	2/0	19	2,13	10,6	88,5	0,317	0,331	0,522
85,01	3/0	19	2,39	11,9	112	0,252	0,261	0,413
107,2	4/0	19	2,69	13,4	141	0,199	0,205	0,328
126,67	250	37	2,08	14,6	168	0,169	0,176	0,278
152,01	300	37	2,29	16,0	201	0,141	0,146	0,232
177,34	350	37	2,46	17,3	235	0,120	0,125	0,198
202,68	400	37	2,64	18,5	269	0,105	0,109	0,174
253,35	500	37	2,95	20,7	335	0,0846	0,0869	0,139
304,02	600	61	2,51	22,7	404	0,0702	0,0731	0,116
354,69	700	61	2,72	24,5	471	0,0604	0,0620	0,0994
380,03	750	61	2,82	25,3	505	0,0561	0,0577	0,0925
405,37	800	61	2,90	26,2	538	0,0528	0,0544	0,0869
456,04	900	61	3,10	27,8	606	0,0469	0,0482	0,0771
506,71	1000	61	3,25	29,3	672	0,0423	0,0433	0,0695
633,39	1250	91	2,97	32,7	842	0,0338	0,0348	0,0544
760,07	1500	91	3,25	35,9	1010	0,0281	0,0289	0,0462
886,74	1750	127	2,97	38,8	1180	0,0241	0,0248	0,0397
1013,42	2000	127	3,20	41,4	1350	0,021	0,0217	0,0348

Notas a la tabla 10-8: Estos valores de resistencia son válidos sólo para los parámetros indicados. Los valores varían para conductores de distinto cableado y sobre todo para otras temperaturas. La fórmula para otras temperaturas es:

$R_2 = R_1 [1 + \alpha (T_2 - 75)]$, donde $\alpha = 0,00323$ para el cobre y $\alpha = 0,00330$ para el aluminio. Los conductores con cableado compacto y comprimido tienen aproximadamente un 9 y 3% menos de diámetro respectivamente de los conductores desnudos que aparecen en la Tabla.

En las instalaciones eléctricas residenciales, los conductores son cables o alambres forrados con un material aislante, tal como lo marca el artículo respectivo de las Normas Técnicas del Reglamento de instalaciones Eléctricas vigente. Por lo que es conveniente empezar con la definición de material aislante.

MATERIALES AISLANTES.

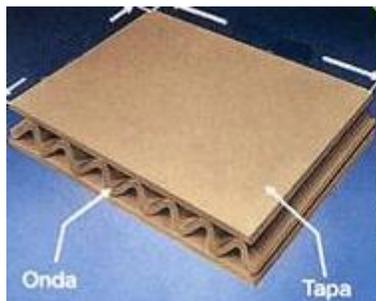
Son las sustancias que presentan una gran oposición al paso de la corriente eléctrica.

En virtud de que existen una gran cantidad de aislantes, sólo mencionaremos algunos de ellos, mediante la siguiente clasificación:

1. Aislantes Cerámicos y Especiales.- Como la porcelana, el mármol, la pizarra, el asbesto, el vidrio, la mica, etc.



2. Aislantes Celulósicos.- Como el papel, la madera, el cartón la seda, el algodón, etc.



3. Gomas y Resinas.- Como el caucho, la ebonita, las resinas, etc



4. Ceras.- Como la cera y la parafina.



5. Barnices.- Aquí se comprenden una gran variedad de barnices.



6. Aislantes Plásticos.- En ésta importante sección se tienen al polietileno y al policloruro de vinilo (PVC).



El material aislante que cubre a los conductores evita que hagan cortocircuito al tocar a otro conductor desnudo ó a objetos metálicos. Evita también, que las personas sufran heridas o lesiones leves ó graves, e incluso la muerte.

El material aislante protege al conductor para las condiciones de trabajo que se requieran (elevada temperatura ambiente, humedad, polvo, aceite, vapores, etc.). En general, los aislamientos de los conductores son a base de hule ó termoplásticos y se designan comercialmente con letras; la recomendación para su uso se marca en la tabla 3.3 del reglamento de instalaciones eléctricas, la que a continuación reproducimos en forma parcial:

TABLA 3.3
APLICACIÓN DE CONDUCTORES AISLADOS.

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	Temp. Max °C	MATERIAL AISLANTE	CUBIERTA EXTERIOR	UTILIZACION
HULE RESISTENTE AL CALOR	RH RHH	75 90	HULE RESISTENTE AL CALOR	NO METALICA RESISTENTE A LA HUMEDAD, RETARDADORA DE LA FLAMA.	LOCALES SECOS
HULE RESISTENTE AL CALOR Y A LA HUMEDAD	RHW	75	HULE RESISTENTE AL CALOR Y A LA HUMEDAD	NO METALICA RESISTENTE A LA HUMEDAD, RETARDADORA DE LA FLAMA.	LOCALES HUMEDOS Y SECOS
TERMOPLASTICO	T	60	COMPUESTO TERMOPLASTICO RETARDADOR DE LA FLAMA	NINGUNA	LOCALES SECOS
TERMOPLASTICO RESISTENTE A LA HUMEDAD	TW	60	TERMOPLASTICO RESISTENTE A LA HUMEDAD, RETARDADOR DE LA FLAMA	NINGUNA	LOCALES HUMEDOS Y SECOS
TERMOPLASTICO RESISTENTE A LA HUMEDAD Y AL CALOR	THW	75 90	TERMOPLASTICO RESISTENTE A LA HUMEDAD Y AL CALOR, RETARDADOR DE LA FLAMA	NINGUNA	LOCALES HUMEDOS Y SECOS APLICACIONES ESPECIALES.

En el caso de las instalaciones eléctricas residenciales, los conductores deben cumplir con ciertos requerimientos como son los siguientes;

1. El límite de tensión de aplicación es de 1000 volts.
2. No sobrepasar la capacidad de conducción de corriente ó ampacidad; que es la máxima corriente que puede conducir un conductor para un determinado calibre. Tal capacidad se ve afectada por los siguientes factores:
 - a) FACTOR DE CORRECCIÓN POR AGRUPAMIENTO, cuando se tienen más de tres conductores; pues esto la capacidad de disipación de calor.
 - b) FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA AMBIENTE; cuando la temperatura ambiente excede los 30⁰C.

Estos requerimientos nos marca la necesidad de conocer la capacidad de corriente para los diferentes calibres de los conductores de cobre aislados, así como los factores de corrección por agrupamiento y por temperatura ambiente. Estos datos aunados a otros tales como la dimensión de la tubería conduit y el factor de relleno, y la magnitud de la carga conectada en una instalación dada, nos van a permitir determinar el calibre de los circuitos alimentador y derivados, así como el diámetro de las canalizaciones que han de alojar a los conductores.

La tabla 310-16 de la NOM-001-SEDE-1999 nos muestra la capacidad de corriente de algunos conductores de cobre aislados.

Tabla 310-16. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2000 V nominales y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores activos en una canalización, cable o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30 °C

Tamaño nominal mm ²	Temperatura nominal del conductor (véase Tabla 310-13)						Tamaño nominal AWGkcmil
	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C	
	TIPOS TW* TWD* CCE TWD-UV	TIPOS RHW*, THHW*, THW*, THW-LS, THWN*, XHHW*, TT	TIPOS RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THHW-LS, THW-2*, XHHW*, XHHW-2,	TIPOS UF*	TIPOS RHW*, XHHW*, BM-AL	TIPOS RHW-2, XHHW, XHHW-2, DRS	
	Cobre			Aluminio			
0,8235	---	---	14	---	---	---	18
1,307	---	---	18	---	---	---	16
2,082	20*	20*	25*	---	---	---	14
3,307	25*	25*	30*	---	---	---	12
5,26	30	35*	40*	---	---	---	10
8,367	40	50	55	---	---	---	8
13,3	55	65	75	40	50	60	6
21,15	70	85	95	55	65	75	4
26,67	85	100	110	65	75	85	3
33,62	95	115	130	75	90	100	2
42,41	110	130	150	85	100	115	1
53,48	125	150	170	100	120	135	1/0
67,43	145	175	195	115	135	150	2/0
85,01	165	200	225	130	155	175	3/0
107,2	195	230	260	150	180	205	4/0
126,67	215	255	290	170	205	230	250
152,01	240	285	320	190	230	255	300
177,34	260	310	350	210	250	280	350
202,68	280	335	380	225	270	305	400
253,35	320	380	430	260	310	350	500
304,02	355	420	475	285	340	385	600
354,69	385	460	520	310	375	420	700
380,03	400	475	535	320	385	435	750
405,37	410	490	555	330	395	450	800
456,04	435	520	585	355	425	480	900
506,71	455	545	615	375	445	500	1000
633,39	495	590	665	405	485	545	1250
760,07	520	625	705	435	520	585	1500
886,74	545	650	735	455	545	615	1750
1013,42	560	665	750	470	560	630	2000
FACTORES DE CORRECCION							
Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30 °C, multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes						Temperatura ambiente en °C
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	21-25
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	26-30
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	31-35
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	36-40
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0,82	0,87	41-45
46-50	0,58	0,75	0,82	0,58	0,75	0,82	46-50
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	51-55
56-60	****	0,58	0,71	****	0,58	0,71	56-60
61-70	****	0,33	0,58	****	0,33	0,58	61-70
71-80	****	****	0,41	****	****	0,41	71-80

Los valores de la tabla anterior son aplicables cuando se tienen tres conductores como máximo alojados en una canalización. Para un número mayor de conductores, se deben aplicar los siguientes factores de corrección.

FACTORES DE CORRECCIÓN POR AGRUPAMIENTO

Número de conductores activos	Por ciento de 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
De 21 a 30	45
De 31 a 40	40
41 y más	35

TABLA DE OCUPACIÓN EN TUBO CONDUIT DE CONDUCTORES Y CABLES DEL MISMO TAMAÑO NOMINAL

Tabla C1. Número máximo de conductores y cables de aparatos en tubo (*conduit*) metálico tipo ligero (según la Tabla 1 del Capítulo 10) (Continuación 1)

Letras de tipo	Tamaño nominal del cable:		Diámetro nominal en mm									
			16	21	27	35	41	53	63	78	91	103
	mm ²	AWG G kcmil										
TW	2,082	14	8	15	25	43	58	96	168	254	332	424
THW	3,307	12	6	11	19	33	45	74	129	195	255	326
THHW	5,26	10	5	8	14	24	33	55	96	145	190	243
THW-2	8,367	8	2	5	8	13	18	30	53	81	105	135
RHH*	2,082	14	6	10	16	28	39	64	112	169	221	282
RHW*												
RHW-2*												
RHH*	3,307	12	4	8	13	23	31	51	90	136	177	227
RHW*	5,26	10	3	6	10	18	24	40	70	106	138	177
RHW-2*												
TW	8,367	8	1	4	6	10	14	24	42	63	83	106
THW	13,3	6	1	3	4	8	11	18	32	48	63	81
THHW	21,15	4	1	1	3	6	8	13	24	36	47	60
THW-2	26,67	3	1	1	3	5	7	12	20	31	40	52
	33,62	2	1	1	2	4	6	10	17	26	34	44
	42,41	1	1	1	1	3	4	7	12	18	24	31
	53,48	1/0	0	1	1	2	3	6	10	16	20	26
	67,43	2/0	0	1	1	1	3	5	9	13	17	22
	85,01	3/0	0	1	1	1	2	4	7	11	15	19
	107,2	4/0	0	0	1	1	1	3	6	9	12	16
	126,67	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	152,01	300	0	0	1	1	1	2	4	6	8	11
	177,34	350	0	0	0	1	1	1	4	6	7	10
	202,68	400	0	0	0	1	1	1	3	5	7	9
	253,35	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	304,02	600	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6
	354,69	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	380,03	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	405,37	800	0	0	0	0	1	1	1	3	3	5
	456,04	900	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
	506,71	1000	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4
	633,39	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3
	760,07	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2
	886,74	1750	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
	1013,4	2000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

EJEMPLO

1.- Calcular el calibre de los conductores tipo TW de un circuito derivado que lleva tres conductores de 15 Amperes. Calcular también el diámetro del tubo conduit en que deben ir alojados. Considere una temperatura ambiente de 40⁰C.

SOLUCION:

Para determinar el calibre de los conductores, se deben tomar en cuenta los factores de corrección. Por tratarse de tres conductores no se requiere el factor de corrección por agrupamiento, en cambio, sí se toma en cuenta el factor de corrección por temperatura al tratarse de un ambiente que rebasa los 30⁰C.

La tabla nos marca 0.82; vamos a la tabla 310-16 y vemos que el calibre **14 AWG** tiene una capacidad de 20 Amperes, aplicando el factor:

$$20 \times 0.82 = 16.4A$$

Con el cual se cumple los requerimientos de 15 Amperes

Para determinar el diámetro del tubo conduit, nos referimos a la tabla C1 del apéndice C de la NOM-001-SEDE-1999

Lo que nos indica que se necesita un tubo de **16 mm**

TUBERIA CONDUIT.

Para dirigir electricidad hasta las diferentes partes de una residencia, es necesario instalar tuberías entre el lugar de suministro de energía y los lugares en donde ésta se le necesita y controla, y luego tender los conductores a través de estas tuberías para llevar la corriente. A esta tubería se le conoce como tubería conduit.

Es muy importante para un electricista el saber trabajar con tubos conduit, y deberá desarrollar habilidades para seleccionar, cortar, doblar, unir y asegurar el tubo conduit. Lo relativo al corte, doblado, etc. Se tratará dentro de las actividades prácticas en nuestro taller, por lo que aquí nos ocuparemos de dar los elementos para dar una adecuada selección de la tubería conduit para una instalación residencial.

TUBO METALICO RIGIDO PESADO Y SEMIPESADO.

Se encuentran en el mercado en forma galvanizada o con recubrimiento negro esmaltado, en tramos de 3.05 m. de longitud, con rosca en ambos extremos. Como conectores se emplean los coples y los nicles (corto, largo y de cuerda corrida).

Para trabajar estos tubos se ocupa la misma herramienta que para los trabajos de plomería.

Su sección transversal es circular con diámetros que van desde los 13 mm (1/2 pulg.) hasta los 152.4 mm (6 pulg.).

La superficie interior de estos tubos, como la de cualquiera de los otros tipos, debe ser lisa para evitar daños al aislamiento o ala cubierta de los conductores. Los extremos de cada tubo deben ser escariados para evitar bordes cortantes.

Los tubos rígido pesado y semipesado se emplean en instalaciones visibles u ocultas, ya que ya sea embebido en concreto o embutido en mampostería, en toda clase de edificios y bajo cualquier condición atmosférica. No se deben usar a la intemperie o en locales expuestos a condiciones corrosivas.

DISPOSICIONES GENERALES PARA TUBO CONDUIT METALICO SEMIPESADO Y PESADO DE ACUERDO A LA NOM-001-SEDE-1999

ARTÍCULO 345 TUBO (CONDUIT) METÁLICO TIPO SEMIPESADO

A. DISPOSICIONES GENERALES

345-1. Definición. Un tubo (conduit) metálico tipo semipesado es una canalización metálica, de sección circular, con juntas, conectadores y accesorios integrados o asociados, aprobada para la instalación de conductores eléctricos.

345-2. Otros Artículos. Las instalaciones de tubo (conduit) metálico tipo semipesado deben cumplir lo establecido en las correspondientes Secciones del Artículo 300.

345-3. Usos permitidos

a) TODAS LAS CONDICIONES ATMOSFÉRICAS Y EN EDIFICIOS. Se permite el uso de tubo (conduit) metálico tipo semipesado en todas las condiciones atmosféricas y en edificios de cualquier uso. Cuando sea posible, se debe evitar que haya en la instalación metales distintos en contacto para evitar la posibilidad de reacciones galvánicas. Se permite utilizar tubo (conduit) metálico tipo semipesado como conductor de puesta a tierra del equipo.

Excepción: Se permite utilizar en tubo (conduit) metálico tipo semipesado cubiertas y accesorios de aluminio.

b) PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN. Se permite instalar tubo (conduit) metálico tipo semipesado, codos, juntas y accesorios en concreto, en contacto directo con la tierra o en zonas sometidas a condiciones corrosivas graves, si están protegidos contra la corrosión y se juzgan adecuados para esas condiciones.

NOTA: Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

1. RELLENO DE ESCORIA. Se permite la instalación de tubo (conduit) metálico tipo semipesado dentro o debajo del relleno de escoria en donde está sujeto a la humedad permanente, siempre y cuando esté embebido en concreto sin escorias, de espesor no-menor de 5 cm, o que se coloque a no-menos de 50 cm por debajo del relleno, o que se proteja contra la corrosión y se estime adecuado para esta condición.

NOTA: Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

B. INSTALACIÓN

345-5. LUGARES HÚMEDOS. Todos los apoyos, pernos, abrazaderas, tornillos, etcétera, deben ser de material resistente a la corrosión o estar protegidos por materiales resistentes contra la corrosión.

NOTA: Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

345-6. TAMAÑO NOMINAL

- a) Mínimo. No se debe utilizar tubo (conduit) de tamaño nominal menor a 16 mm
- b) Máximo. No se debe utilizar tubo (conduit) de tamaño nominal mayor a 103 mm

345-7. NÚMERO DE CONDUCTORES EN TUBO (CONDUIT). El número de conductores en tubo (conduit) no debe superar lo permitido en la Tabla 10-1 del Capítulo 10, según el tamaño nominal del tubo (conduit) que aparece en la Tabla 10-4 del Capítulo 10.

CAPÍTULO 10 (4.10) TABLAS

Tabla 10-1. Factores de relleno en tubo (conduit)

Número de conductores	Uno	Dos	Más de dos
Todos los tipos de conductores	53	31	40

NOTA: Esta Tabla 10-1 se basa en las condiciones más comunes de cableado y alineación de los conductores, cuando la longitud de los tramos y el número de curvas de los cables están dentro de límites razonables. Sin embargo, en determinadas condiciones se podrá ocupar una parte mayor o menor de los conductos.

Instrucciones para uso de la Tabla 10-1. Véase en el Apéndice C el número máximo de conductores y cables de aparatos (todos de igual área de sección transversal, incluido el aislamiento) permitidos para las distintas dimensiones nominales de tubo (conduit).

2. La Tabla 10-1 se aplica sólo a instalaciones completas de tubo (conduit) y no a conductos que se emplean para proteger a los cables expuestos a daño físico.

3. Para calcular el por ciento de ocupación de los cables en tubo (conduit), se debe tener en cuenta los conductores de puesta a tierra de los equipos, cuando se utilicen. En los cálculos se debe utilizar la dimensión real y total de los conductores, tanto si están aislados como desnudos.

4. Cuando entre las cajas, gabinetes y envolventes similares se instalan tramos de tubo (conduit) cuya longitud total no supera 60 cm., se permite que esos tramos estén ocupados hasta 60% de su sección transversal total y que no se aplique lo que establece la Nota 8(a) a las Tablas de capacidad de conducción de corriente de 0 a 2000 V del Artículo 310.

5. Para conductores no incluidos en el Capítulo 10, como por ejemplo los cables de varios conductores, se deben utilizar sus dimensiones reales.

6. Para combinaciones de conductores de distinto tamaño nominal se aplican las Tablas 10-5 y 10-5A del Capítulo 10 para dimensiones de los conductores y la Tabla 10-4 del mismo Capítulo 10 para las dimensiones de tubo (conduit).

7. Cuando se calcula el número máximo de conductores permitidos en tubo (conduit), todos del mismo tamaño (incluido el aislamiento), si los cálculos del número máximo de conductores permitido dan un resultado decimal de 0,8 o superior, se debe tomar el número inmediato superior.

8. Cuando otras Secciones de esta NOM permitan utilizar conductores desnudos, se permite utilizar las dimensiones de los conductores desnudos de la Tabla 10-8 del Capítulo 10.

9. Para calcular el por ciento de ocupación en tubo (conduit), un cable de dos o más conductores se considera como un solo conductor. Para cables de sección transversal elíptica, el cálculo del área de su sección transversal se hace tomando el diámetro mayor de la elipse como diámetro de un círculo.

10. Cuando se instalen tres conductores o cables en la misma canalización, si la relación entre el diámetro interior de la canalización y el diámetro exterior del cable o conductor está entre 2,8 y 3,2, se podrían atascar los cables dentro de la canalización, por lo que se debe instalar una canalización de tamaño inmediato superior. Aunque también se pueden atascar los cables dentro de una canalización cuando se utilizan cuatro o más, la probabilidad de que esto suceda es muy baja.

Tabla 10-4. Dimensiones de tubo (conduit) metálico tipo pesado, semipesado y ligero y área disponible para los conductores (basado en la Tabla 10-1, Capítulo 10)

Tamaño nominal mm	Diámetro interior mm	Área interior total mm ²	Área disponible para conductores mm ²		
			Uno conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de dos conductores fr = 40%
16 (1/2)	15,8	196	103	60	78
21 (3/4)	20,9	344	181	106	137
27 (1)	26,6	557	294	172	222
35 (1-1/4)	35,1	965	513	299	387
41 (1-1/2)	40,9	1313	697	407	526
53 (2)	52,5	2165	1149	671	867
63 (2-1/2)	62,7	3089	1638	956	1236
78 (3)	77,9	4761	2523	1476	1904
91 (3-1/2)	90,1	6379	3385	1977	2555
103 (4)	102,3	8213	4349	2456	3282
129 (5)	128,2	12907	6440	4001	5163
155 (6)	154,1	18639	9879	5778	7456

345-8. ESCARIADO Y ABOCARDADO. Todos los extremos cortados del tubo (conduit) se deben limar o acabar de cualquier forma para dejarlos lisos. Cuando el tubo (conduit) se rosque en obra, se debe utilizar una tarraja normal con conicidad de 19 mm por cada 300 mm.

345-9. ACOPLAMIENTOS Y CONECTADORES

a) Sin rosca. Los acoplamientos y conectadores sin rosca utilizados con tubo (conduit) se deben impermeabilizar. Cuando estén enterrados en ladrillo o concreto deben ser herméticos al mismo; cuando estén en lugares mojados deben ser herméticos a la lluvia.

b) Con roscas corridas. En tubo (conduit) metálico tipo semipesado no se deben utilizar conectadores con rosca corrida.

345-10. CURVAS Las curvas en tubo (conduit) metálico tipo semipesado, se deben hacer de modo que el tubo (conduit) no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca. El radio de curvatura del borde interior de cualquier curva hecha en obra no debe ser menor al indicado en la Tabla 346-10.

Tabla 346-10 (Excepción) Radio de curvatura de tubo (conduit) tipo pesado

Tamaño nominal (mm)	Radio del centro del tubo en mm
16	102
21	114
27	146
35	184
41	210
53	241
63	267
78	330
91	381
103	406
129	610
155	762

Excepción: En las curvas hechas en obra en conductores con cables sin forrar, con máquinas de curvar de un solo golpe diseñadas para ese fin, el radio de curvatura mínimo no debe ser menor al indicado en la Tabla 346-10,

345-11. CURVAS. NÚMERO DE CURVAS EN UN TRAMO. Entre dos puntos de sujeción, por ejemplo, entre registros o cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de un cuadrante (360° en total).

345-12. Soportes. El tubo (conduit) metálico tipo semipesado se debe instalar como un sistema completo, como establece el Artículo 300, y debe fijarse firmemente. El tubo (conduit) debe estar soportado como mínimo a cada 3 m. Además, el tubo (conduit) se debe sujetar firmemente a menos de 1 m de cada caja de salida, caja de terminales, caja de dispositivos, gabinete, caja de paso u otra terminación cualquiera. Cuando los miembros de la estructura no permitan fácilmente sujetar el tubo (conduit) a cada metro, se permite aumentar la distancia hasta 1,5 m.

Excepción 1: Si están hechos con acoplamientos roscados, se permite soportar los tramos rectos de tubo (conduit) según lo establecido en la Tabla 346-12, siempre que tales soportes eviten la transmisión de esfuerzos a la terminación donde el tubo (conduit) se doble entre los soportes.

Excepción 2: La distancia entre soportes podrá aumentarse a 6 m siempre que el tubo (conduit) esté hecho con acoplamientos roscados, esté firmemente sujeto en la parte mayor y menor y no haya otros medios de apoyo.

Excepción 3: Se permite no sujetar al tubo (conduit) a menos de 1 m de la entrada de la acometida, cuando termine en un poste sobre el piso.

Excepción 4: Se permiten tramos horizontales de tubo (conduit) apoyados en aberturas a través de miembros de la estructura, a intervalos no-mayores a 3 m y sujetos firmemente a menos de 1 m de las terminales.

345-13. Cajas y accesorios. Véase el Artículo 370.

345-14. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones deben hacerse de acuerdo con lo indicado en 300-15. Para los requisitos sobre instalación y uso de cajas y registros, véase el Artículo 370.

345-15. Boquillas. Cuando un tubo (conduit) metálico tipo semipesado entre en una caja, accesorio u otra envolvente, se debe instalar una boquilla o adaptador que proteja al conductor o cable de la abrasión, siempre que el diseño de la caja, accesorio o envolvente no ofrezca una protección equivalente.

NOTA: Para la protección con boquillas de los conductores de tamaño nominal de 21,15 mm² (4 AWG) o mayor, véase 300-4(f).

C. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

345-16. Generalidades. El tubo (conduit) metálico tipo semipesado debe cumplir las siguientes especificaciones.

- a) Longitud. Debe ser de longitud en tramos de 3 m incluyendo acoplamientos, en cada tramo debe haber un acoplamiento. Para aplicaciones especiales de uso se permite suministrarlos en longitudes menores o mayores a 3 m con o sin acoplamientos.
- b) Material resistente a la corrosión. El tubo (conduit) de metal no-ferroso resistente a la corrosión debe llevar marcas adecuadas.
- c) Marcado. Cada tramo debe ir marcado de modo claro y duradero de conformidad con la norma de producto.

TUBO (CONDUIT) METÁLICO TIPO PESADO

ARTÍCULO 346 –

A. DISPOSICIONES GENERALES

346-1. Uso. Se permite el uso de tubo (conduit) metálico tipo pesado en todas las condiciones atmosféricas y en edificios de cualquier ocupación, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

A) PROTEGIDOS POR ESMALTE. Si el tubo (conduit) y accesorios de metales ferrosos sólo están protegidos contra la corrosión por un esmalte, se permite su uso únicamente en interiores y en edificios no sometidos a condiciones corrosivas graves.

B) DE OTROS METALES. Cuando sea posible se debe evitar que haya metales distintos en contacto dentro de la misma instalación, para eliminar la posibilidad de reacción galvánica.

Excepción: Se permite utilizar accesorios y envolventes de aluminio con tubo (conduit) de acero tipo pesado y envolventes y accesorios de acero con tubo (conduit) de aluminio de tipo pesado.

C) PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN. Se permite instalar tubo (conduit), codos, acoplamientos y accesorios de metales ferrosos y no-ferrosos en concreto, en contacto directo con la tierra o en zonas sometidas a corrosión grave, si están protegidos contra la corrosión y se juzgan adecuados para esas condiciones.

NOTA: Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

346-2. OTROS ARTÍCULOS. Las instalaciones con tubo (conduit) metálico tipo pesado deben cumplir lo establecido en las correspondientes Secciones del Artículo 300.

B. INSTALACIÓN

346-3. Relleno de escoria. Se permite instalar tubo (conduit) metálico tipo pesado en o bajo relleno de escoria si están sometidos a humedad permanente, embebido en concreto no-menor a 50 mm de espesor sin escoria; cuando el tubo (conduit) esté a no-menos de 46 cm bajo la escoria o cuando esté protegido contra la corrosión y se juzgue adecuado para esas condiciones.

NOTA: Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

346-4. EN LUGARES MOJADOS. Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etcétera, deben ser de material resistente contra la corrosión o estar protegidos con material resistente contra la corrosión.

NOTA: Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

346-5. TAMAÑO NOMINAL

a) Mínimo. No se debe utilizar tubo (conduit) metálico tipo pesado de tamaño nominal menor a 16 mm.

Excepción: Para instalar cables de motores, como se permite en 430-145(b).

b) Máximo. No se debe utilizar tubo (conduit) metálico tipo pesado de tamaño nominal mayor a 155 mm.

346-6. NÚMERO DE CONDUCTORES EN UN CONDUCTO. El número de conductores permitido en tubo (conduit) metálico tipo pesado no debe superar el por ciento especificado en la Tabla 10-1, Capítulo 10.

346-7. ESCARIADO Y ABOCARDADO

a) Escariado. Todos los extremos cortados de tubo (conduit) metálico tipo pesado se deben escariar o terminar en forma de eliminar los bordes filosos.

b) Abocardado. Cuando el tubo (conduit) metálico tipo pesado se rosque en obra, se debe utilizar una tarraja estándar con una conicidad de 19 mm por cada 30 cm.

346-8. BOQUILLAS. Cuando un tubo (conduit) metálico tipo pesado entre en una caja, accesorio u otra envolvente, se deben instalar boquillas o adaptadores que protejan

el conductor o cable de la abrasión, siempre que el diseño de la caja, accesorio o envolvente no ofrezca una protección equivalente.

NOTA: Para la protección de los conductores de tamaño nominal 21,15 mm² (4 AWG) o mayor, véase 300-4(f).

346-9. Acoplamientos y conectadores

a) Sin rosca. Los acoplamientos y conectadores sin rosca utilizadas con tubo (conduit) se deben apretar adecuadamente. Cuando estén enterrados en ladrillo u concreto, deben ser herméticos al concreto. Cuando estén en lugares mojados, deben ser de tipo hermético a la lluvia.

b) Con rosca corrida. En tubo (conduit) metálico tipo pesado no se deben utilizar conectadores con rosca corrida.

346-10. CURVAS. Cómo se hacen. Las curvas del tubo (conduit) metálico tipo pesado se deben hacer de modo que el tubo (conduit) no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca. El radio de curvatura del borde interior de cualquier curva hecha en obra no debe ser menor al indicado en la Tabla 346-10.

Excepción: Para las curvas hechas en obra en conductores con cables sin forrar, con máquinas de curvar de un solo golpe diseñadas para ese fin, el radio de curvatura mínimo no debe ser menor al indicado en la Excepción de la Tabla 346-10,.

346-11. Curvas. Número de curvas en un tramo. Entre dos puntos de sujeción, por ejemplo, entre registros o cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de un cuadrante (360° en total).

346-12. Soportes. El tubo (conduit) metálico tipo pesado se debe apoyar como sistema completo, como establece el Artículo 300, y sujetarse firmemente. El tubo (conduit)

se debe sujetar como mínimo a cada 3 m. Además, se debe sujetar firmemente a menos de 1 m de cada caja de salida, caja de terminales, caja de dispositivos, gabinete, caja de paso u otras terminales. Cuando los miembros de la estructura no permitan fácilmente sujetar el tubo (conduit) a cada metro, se permite aumentar la distancia hasta 1,5 m.

Excepción 1: Si están hechos con acoplamientos roscados, se permite soportar los tramos rectos del tubo (conduit) metálico tipo pesado según lo establecido en la Tabla 346-12, siempre que tales apoyos eviten la transmisión de esfuerzos a los extremos donde el tubo (conduit) presente un doblez entre los soportes.

Excepción 2: En soportes verticales expuestos para maquinaria industrial se permite aumentar la distancia de los soportes hasta 6 m, siempre que el tubo (conduit) tenga acoplamientos roscados, esté sujeto en los extremos y no haya otros medios de apoyo al alcance.

Excepción 3: Se permite no sujetar al tubo (conduit) a menos de 1 m de la entrada de la acometida, cuando termine en un poste sobre el piso.

Excepción 4: Se permiten tramos horizontales de tubo (conduit) metálico tipo pesado apoyados en aberturas a través de miembros de la estructura, a intervalos no mayores a 3 m y sujetos a menos de 1 m de los puntos de terminación.

346-13. CAJAS Y ACCESORIOS. Véase el Artículo 370.

346-14. EMPALMES Y DERIVACIONES. Los empalmes y derivaciones deben cumplir con lo establecido en el Artículo 370.

C. Especificaciones de construcción

346-15. DISPOSICIONES GENERALES. El tubo (conduit) metálico tipo pesado debe cumplir con las siguientes especificaciones:

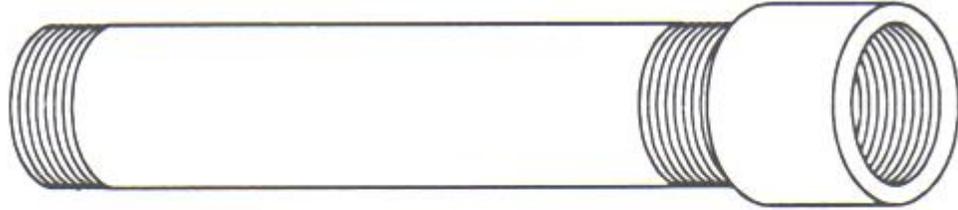
- a) Longitudes. El tubo (conduit) metálico tipo pesado se suministra en tramos de 3 m, incluido el acoplamiento (se suministra un acoplamiento con cada tramo). El tubo (conduit) se debe escariar y roscar en sus dos extremos. Para aplicaciones o usos específicos se permite suministrar tramos más cortos o más largos de 3 m con o sin acoplamientos y con o sin rosca.
 - b) Material resistente a la corrosión. El tubo (conduit) de metal no-ferroso resistente a la corrosión debe ir marcado adecuadamente.
2. Identificación permanente. Cada tubo (conduit) debe ir identificado de modo claro y duradero conforme lo establecido en la norma de producto.

TUBO METALICO RIGIDO LIGERO.

También llamado tubo conduit metálico de pared delgada.

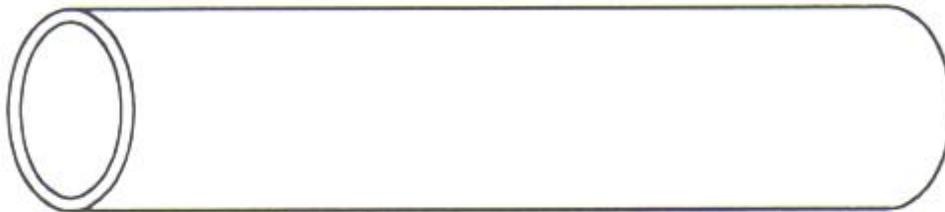
Puede usarse en instalaciones visibles u ocultas, embebido en concreto o embutido en mampostería, pero solamente en lugares de ambiente seco, no expuestos a la humedad o a un ambiente corrosivo.

Su diámetro puede ser de 13 mm (1/2 pulg) a 51 mm (2 pulg) y debido a que es de pared delgada no se le puede hacer rosca y debe unirse por medio de accesorios de acoplamiento especiales.



TUBO CONDUIT INTERMEDIO O SEMIPESADO

NO TIENE EXTREMOS ROSCADOS



TUBO CONDUIT METALICO DE PARED
DELGADA (RIGIDO LIGERO)

DISPOSICIONES GENERALES PARA TUBO CONDUIT METÁLICO RIGIDO LIGERO DE ACUERDO A LA NOM-001-SEDE-1999

ARTÍCULO 348 TUBO (CONDUIT) METÁLICO TIPO LIGERO

A. DISPOSICIONES GENERALES

348-1. USO. Se permite el uso de tubo (conduit) metálico tipo ligero en instalaciones expuestas y ocultas. No se debe utilizar tubo (conduit) metálico tipo ligero: (1) cuando durante su instalación o después pueda verse sometido a daño físico grave; (2) cuando estén protegidas contra la corrosión solo por un esmalte; (3) en concreto de escoria o relleno de escoria cuando estén sometidas a humedad permanente, si no están embebidos en concreto sin escoria de 51 mm de espesor mínimo o si la tubería no está como mínimo a 46 cm bajo el relleno; (4) en cualquier lugar peligroso (clasificado) excepto lo permitido en 502-4, 503-3 y 504-20, o (5) como soporte de aparatos u otros equipos, excepto de registros no-mayores al tubo (conduit) de mayor tamaño nominal. Cuando sea posible, se debe evitar que haya metales distintos en contacto dentro de la misma instalación, para eliminar la posibilidad de reacción galvánica.

Excepción: Se permite utilizar accesorios y envolventes de aluminio con tubo (conduit) metálico tipo ligero.

Se permite instalar tubo (conduit) metálico tipo ligero, codos, acoplamientos y accesorios de metales ferrosos o no-ferrosos en concreto, en contacto directo con la tierra o en zonas expuestas a ambientes corrosivos severos cuando estén protegidos contra la corrosión y se consideren adecuados para esas condiciones.

NOTA: Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

348-2. OTROS ARTÍCULOS. Las instalaciones de tubo (conduit) metálico tipo ligero deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300.

B. INSTALACIÓN

348-4. En lugares mojados. Todos los soportes, pernos, abrazaderas, tornillos, etcétera, deben ser de material resistente a la corrosión o estar protegidos por materiales resistentes contra la corrosión.

NOTA: Para la protección contra la corrosión, véase 300-6.

348-5. TAMAÑO NOMINAL

a) Mínimo. No se debe utilizar tubo (conduit) metálico tipo ligero de tamaño nominal menor a 16 mm.

Excepción: Para cables de control de motores, como se permite en 430-145(b).

b) Máximo. No se debe utilizar tubo (conduit) metálico tipo ligero de tamaño nominal mayor a 103 mm.

348-6. NÚMERO DE CONDUCTORES EN UNA TUBERÍA. El número de conductores en un tubo (conduit) no debe exceder los por cientos de ocupación permitidos en la Tabla 10-1 del Capítulo 10.

CAPITULO 10 (4.10) TABLAS
Tabla 10-1. Factores de relleno en tubo (*conduit*)

Número de conductores	Uno	Dos	Más de dos
Todos los tipos de conductores	53	31	40

348-7. Roscas. El tubo (conduit) metálico tipo ligero no debe tener roscas. Cuando se utilicen acoplamientos integrados, dichos acoplamientos se deben roscar en fábrica.

348-8. COPLES Y CONECTADORES. Los coples y conectadores utilizados con el tubo (conduit) metálico tipo ligero se deben sujetar firmemente. Cuando estén enterrados en ladrillo u concreto, deben ser herméticos al concreto. Cuando estén en lugares mojados, deben ser de tipo hermético a la lluvia.

348-9. CURVAS. Cómo se hacen. Las curvas del tubo (conduit) metálico tipo ligero se deben hacer de modo que el tubo (conduit) no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca. El radio de curvatura del borde interior de cualquier curva hecha en obra no debe ser inferior al indicado en la Tabla 346-10.

Tabla 346-10. Radio de curvatura del tubo (conduit) tipo pesado

Tamaño nominal del tubo mm (in)	Conductores sin cubierta de plomo (mm)	Conductores con cubierta de plomo (mm)
16(1/2)	102	152
21(3/4)	127	203
27(1)	152	279
35(1-1/4)	203	356
41(1-1/2)	254	406
53(2)	305	533
63(2-1/2)	381	635
78(3)	457	787
91(3-1/2)	533	914
103(4)	610	1016
129(5)	762	1270
155(6)	914	1549

Excepción: En las curvas hechas en obra con máquinas de curvar de un solo golpe diseñadas para ese fin, el radio de curvatura mínimo no debe ser inferior al indicado en la Excepción de la Tabla 346-10,.

348-10. CURVAS. Número de curvas en un tramo. Entre dos puntos de sujeción, por ejemplo, entre registros o cajas, no debe haber más del equivalente a cuatro curvas de un cuadrante (360° en total).

348-11. ABOCARDADO. Todos los extremos del tubo (conduit) metálico tipo ligero se deben abocardar por dentro y por fuera para eliminar los bordes filosos.

348-12. SOPORTES. El tubo (conduit) metálico tipo ligero se debe instalar como sistema completo, como establece el Artículo 300, y sujetarse firmemente como mínimo a cada 3 m y a menos de 1 m de cada caja de salida, caja de terminales, caja de dispositivos, gabinete, caja de paso u otra terminación cualquiera.

Excepción 1: Se permiten tramos continuos apoyados en aberturas a través de miembros de la estructura, a intervalos no superiores a 1,5 m y sujetos firmemente a menos de 1 m de los puntos de terminación.

Excepción 2: Se permite sujetar por los extremos al tubo (conduit) metálico tipo ligero en instalaciones ocultas en edificios acabados o paneles de pared prefabricados cuando sea imposible sujetarlos de otro modo.

Se permiten tramos horizontales de tubo (conduit) metálico tipo ligero soportados en aberturas a través de miembros de la estructura, a intervalos no superiores a 3 m y sujetos firmemente a menos de 1 m de los puntos de terminación.

348-13. CAJAS Y ACCESORIOS. Las cajas y accesorios deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 370.

348-14. EMPALMES Y DERIVACIONES. Los empalmes y derivaciones se deben hacer de acuerdo con lo indicado en 300-15. Para las especificaciones sobre instalación y uso de cajas y registros, véase el Artículo 370.

C. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

348-15. DISPOSICIONES GENERALES. El tubo (conduit) metálico tipo ligero debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- a) Sección. El tubo (conduit) metálico tipo ligero y los codos y otras secciones curvas que se utilicen con los mismos, deben ser de sección circular.
- b) Acabado. El tubo (conduit) metálico tipo ligero debe tener un acabado o tratamiento en su superficie exterior que le proporcione un medio aprobado y duradero que lo distinga fácilmente, una vez instalado, de los otros tipos de tubo (conduit) metálicos.
- c) Coples. Cuando el tubo (conduit) metálico tipo ligero se una a rosca, los coples deben estar diseñados de modo que evite que el tubo (conduit) se curve en cualquier parte de la rosca.
- d) Marcado. El tubo (conduit) metálico tipo ligero debe ir marcado de modo claro y duradero por lo menos cada 3 m, como se exige en el primer párrafo de 110-21.

TUBO METALICO FLEXIBLE.

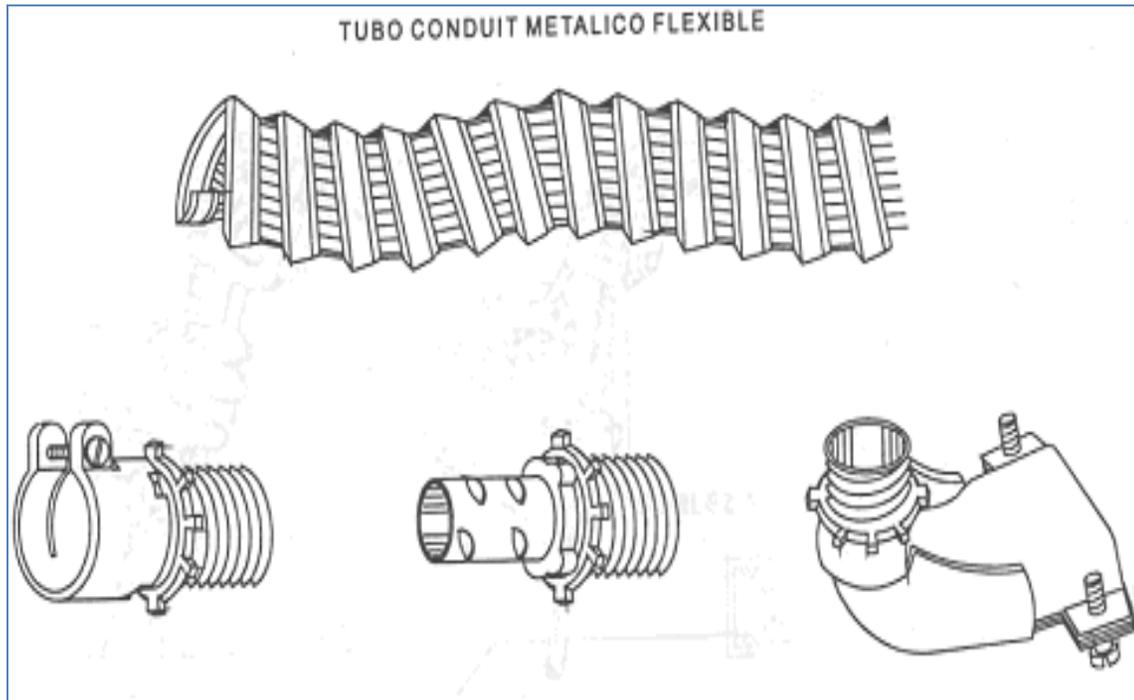
Dentro de esta designación está el tubo flexible común fabricado con cinta metálica engargolada (en forma helicoidal), sin ningún recubrimiento, y también tenemos al tubo metálico flexible con una cubierta exterior de un material no metálico (que lo hace hermético a los líquidos y resistente a los efectos de los rayos solares).

No debe usarse tubo metálico flexible de diámetro nominal inferior a los 13 mm (1/2 pulg) ni superior a los 102 mm (4 pulg.). Salvo en casos especiales como conexiones de motores y otros equipos, y en tramos no mayores de 1.80 m que forman parte integral de unidades de alumbrado, donde se pueda emplear tubo de 8.5 mm (3/8 de pulg.) de diámetro nominal.

El tubo metálico flexible común puede usarse en lugares secos donde no esté expuesto a corrosión ni daño mecánico. Embutido en muros de ladrillo, bloques o similares y ranuras en concreto. Se emplea con mucha frecuencia en las instalaciones de tipo industrial como último tramo para conexión de motores eléctricos.

El tubo flexible hermético a los líquidos puede usarse cuando las condiciones de instalación, operación y mantenimiento requieran flexibilidad y protección contra líquidos, vapores o sólidos.

Cuando se emplee éste tubo como canalización fija a un muro o estructura, los electos para fijación o montaje deben colocarse a intervalos no mayores de 1.50 m y a 30 cm como máximo con respecto a cada caja o accesorio.



**DISPOSICIONES GENERALES PARA TUBO CONDUIT TUBO METALICO FLEXIBLE
DE ACUERDO A LA NOM-001-SEDE-1999**

**ARTÍCULO 349
TUBO (CONDUIT) METÁLICO FLEXIBLE TIPO LIGERO**

A. DISPOSICIONES GENERALES

349-1. Alcance. Las disposiciones de este Artículo se aplican a las canalizaciones de sección circular, para conductores eléctricos, metálicas, flexibles y herméticas a los líquidos, sin cubierta no-metálica,.

349-2. Otros Artículos. Las instalaciones de tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 300 y lo indicado en 110-21.

349-3. Usos permitidos. Se permite usar tubo (conduit) metálico o flexible tipo ligero en circuitos derivados (1) de lugares secos, (2) ocultos, (3) en lugares accesibles y (4) para instalaciones de 1000 V máximo.

349-4. Usos no permitidos. No se debe utilizar tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero (1) en huecos de elevadores, (2) en cuartos de bóvedas de bancos de baterías, (3) en lugares peligrosos (clasificados), si no lo autorizan otros Artículos de esta NOM, (4) directamente enterradas o empotradas en concreto colado o agregado, (5) si están expuestas a daños físicos y (6) en tramos de más de 1,8 m.

B. CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN

349-10. TAMAÑO NOMINAL

a) Mínimo. No se debe utilizar tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero de tamaño nominal menor a 16 mm.

Excepción 1: Se permite instalar tubo (conduit) de tamaño nominal de 10 mm según lo establecido en 300-22 (b) y (c).

Excepción 2: Se permite instalar tubo (conduit) de tamaño nominal de 10 mm en tramos no mayores a 1,8 m como parte de un ensamble aprobado para elementos de alumbrado. Véase 410-67 c).

b) Máximo. El tamaño nominal máximo del tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero es de 21 mm.

349-12. NÚMERO DE CONDUCTORES

a) Tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero de 16 mm y 21 mm. El número de conductores permitido en un tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero con tamaño nominal de 16 mm y 21 mm, no debe exceder el por ciento de ocupación especificado en la Tabla 10-1, Capítulo 10.

b) Tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero de 10 mm. El número de conductores permitidos en el tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero con tamaño nominal de 10 mm, no debe exceder lo permitido en la Tabla 350-12.

349-16. PUESTA A TIERRA. Para las reglas sobre el uso de tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero como conductor de puesta a tierra de los equipos, véase la Excepción 1 de 250-91(b).

349-17. Empalmes y derivaciones. Los empalmes y derivaciones se deben hacer de acuerdo con lo indicado en 300-15. Para las especificaciones sobre instalación y uso de cajas y registros, véase el Artículo 370.

349-18. Accesorios. El tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero sólo se debe utilizar con accesorios terminales aprobados y listados. Los accesorios deben cerrar eficazmente cualquier abertura de la conexión.

349-20. CURVAS

A) FLEXIONES NO FRECUENTES EN SERVICIO. Cuando el tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero, una vez instalado no esté sometido a flexiones frecuentes en servicio, el radio de curvatura medido en el interior de la curva no debe ser menor a lo especificado en la Tabla 349-20(a).

Tabla 349-20(a). Radios de curvatura de tubos con flexiones

Tamaño nominal (mm) (in)	Radio mínimo en mm
10(1/4)	250
16(1/2)	320
21(3/4)	445

B) CURVAS FIJAS. Cuando el tubo (conduit) metálico flexible tipo ligero se doble para instalarlo y ya no se requiera doblar o flexionar después de su instalación, el radio de curvatura medido en el interior de la curva no debe ser menor a lo especificado en la Tabla 349-20(b).

Tabla 349-20(b). Radios de curvatura de tubos con curvas fijas

Tamaño nominal (mm)	Radio mínimo en mm
10	90
16	100
21	130

TUBO NO METALICO

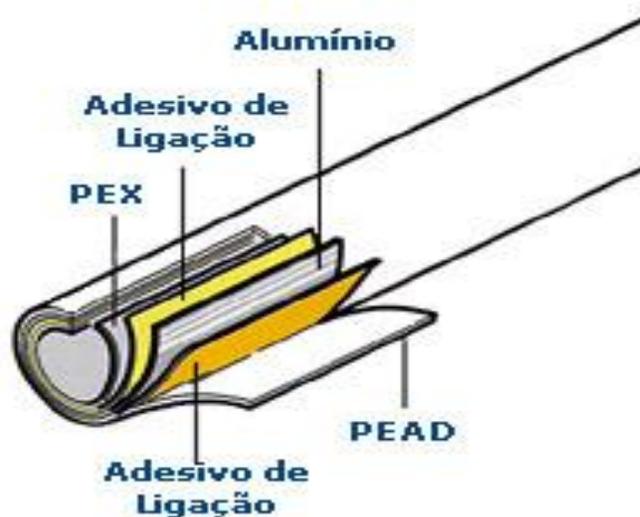
Su sección transversal es circular, y su diámetro nominal no será inferior a los 13 mm (1/2 pulg). La superficie interior del tubo deberá ser lisa y los extremos del tubo deben quedar libres de bordes cortantes.

Dentro de ésta clasificación tenemos a los tubos de polietileno y a los tubos de policloruro de vinilo o PVC.

TUBO DE POLIETILENO.

Es resistente a la humedad, y de suficiente resistencia mecánica para proporcionar adecuada protección a los conductores, soporta un trato rudo durante su instalación. Se identifica por el color anaranjado. Se emplea embebido en concreto o embutido en muros, pisos o techos.

Enterrado a una profundidad no menor a 0.50 m, a menos que se proteja con un recubrimiento de concreto de 5 cm como mínimo.



DISPOSICIONES GENERALES PARA TUBO CONDUIT DE POLIETILENO DE ACUERDO A LA NOM-001-SEDE-1999

ARTÍCULO 332 TUBO (CONDUIT) DE POLIETILENO

A. DISPOSICIONES GENERALES

332 -1. DEFINICIÓN. El tubo (conduit) de polietileno es una canalización semi-rígida, 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.

332-2. OTROS ARTÍCULOS APLICABLES. Las instalaciones en tubo (conduit) de polietileno deben cumplir con lo requerido en las partes aplicables del Artículo 300. Cuando en el Artículo 250 se requiera la puesta a tierra de equipo, debe instalarse dentro del tubo (conduit) un conductor para ese propósito.

332-3. USOS PERMITIDOS. Está permitido el uso de tubo (conduit) de polietileno y sus accesorios:

- 1) En cualquier edificio que no supere los tres pisos sobre el nivel de la calle.
- 2) Embebidos en concreto colado, siempre que se utilicen para las conexiones accesorios aprobados para ese uso.
- 3) Enterrados a una profundidad no-menor a 50 cm condicionado a que se proteja con un recubrimiento de concreto de 5 cm de espesor como mínimo

NOTA: Las temperaturas bajas pueden hacer que cierto tipo de tubo (conduit) no-metálicos se haga más quebradizo y, por tanto, más susceptible a daños por contacto físico.

332 -4. USOS NO PERMITIDOS. No se debe usar el tubo (conduit) de polietileno:

- 1) En lugares peligrosos (clasificados).

- 2) Como soporte de aparatos y otro equipo.
- 3) Cuando estén sometidas a temperatura ambiente que supere aquélla para la que está aprobado el tubo (conduit).
- 4) Para conductores cuya limitación de la temperatura de operación del aislamiento exceda la temperatura a la cual el tubo (conduit) está aprobado.
- 5) Directamente enterradas.
- 6) Para tensiones eléctricas superiores a 150 V a tierra.
- 7) En lugares expuestos.
- 8) En teatros y lugares similares.
- 9) Cuando estén expuestas a la luz directa del Sol.
- 10) En lugares de reunión (véase el Artículo 518).
- 11) En instalaciones ocultas por plafones.
- 12) En cubos y ductos de instalaciones en edificios.

B. INSTALACIÓN

332-5. TAMAÑO

- a) Mínimo. No se debe utilizar tubo (conduit) de polietileno de tamaño nominal menor a 16 mm.
- b) Máximo. No se debe utilizar tubo (conduit) de polietileno de tamaño nominal mayor a 53 mm.

332- 6. NÚMERO DE CONDUCTORES EN UN TUBO (CONDUIT). El número de conductores en tubo (conduit) no debe exceder el permitido en la Tabla 10-1 del Capítulo 10.

Tabla 10-1. Factores de relleno en tubo (conduit)

Número de conductores	Uno	Dos	Más de dos
Todos los tipos de conductores	53	31	40

332 -7. CORTADO. Todos los extremos cortados del tubo (conduit) de polietileno se deben limar por dentro y por fuera hasta dejarlos lisos.

332 -8. EMPALMES. No se permite realizar empalmes en tubo (conduit) de polietileno.

332 -9. CURVAS. Las curvas del tubo (conduit) de polietileno se deben hacer de modo que el tubo (conduit) no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente. Se permite hacer curvas a mano sin equipo auxiliar, y el radio de curvatura de la parte interna de dichas curvas no debe ser inferior al permitido en la Tabla 346-10. Se debe utilizar accesorios aprobados.

Tabla 346-10. Radio de curvatura del tubo (conduit) tipo pesado

Tamaño nominal del tubo mm (in)	Conductores sin cubierta de plomo (mm)	Conductores con cubierta de plomo (mm)
16(1/2)	102	152
21(3/4)	127	203
27(1)	152	279
35(1-1/4)	203	356
41(1-1/2)	254	406
53(2)	305	533
63(2-1/2)	381	635
78(3)	457	787
91(3-1/2)	533	914
103(4)	610	1016
129(5)	762	1270
155(6)	914	1549

332 -10. CURVAS. Número de curvas en un tramo. Entre dos puntos de sujeción, por ejemplo, entre registros o cajas, no debe haber más del equivalente a dos curvas de 90° (180° máximo).

332 -11. CAJAS Y ACCESORIOS. Las cajas y accesorios deben cumplir con las disposiciones aplicables del Artículo 370.

332 -12. EMPALMES Y CONEXIONES. Los empalmes y conexiones sólo se deben hacer en las cajas de empalmes, cajas de salida, cajas de dispositivos o cajas de paso. Para las disposiciones sobre instalación y uso de las cajas y registros, véase el Artículo 370.

332 -13. BOQUILLAS. Cuando un tubo (conduit) entre en una caja, envolvente u otra cubierta, se debe instalar una boquilla o adaptador que proteja al cable contra la abrasión, excepto si la caja, envolvente o cubierta ofrecen una protección similar.

NOTA: Para la protección de conductores de tamaño nominal de 21,15 mm² (4 AWG) o mayor, véase 300-4(f).

C. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

332-14. MARCADO. El tubo (conduit) de polietileno debe estar marcado de modo claro y duradero cada 2 m como mínimo, como se exige en el primer párrafo 110-21. En la marca se indicará también el tipo de material.

TUBO RIGIDO DE PVC

Es autoextinguible, resistente al aplastamiento, resistente a la humedad. Se identifica por el color verde olivo. El tubo rígido de PVC se puede emplear en las siguientes condiciones:

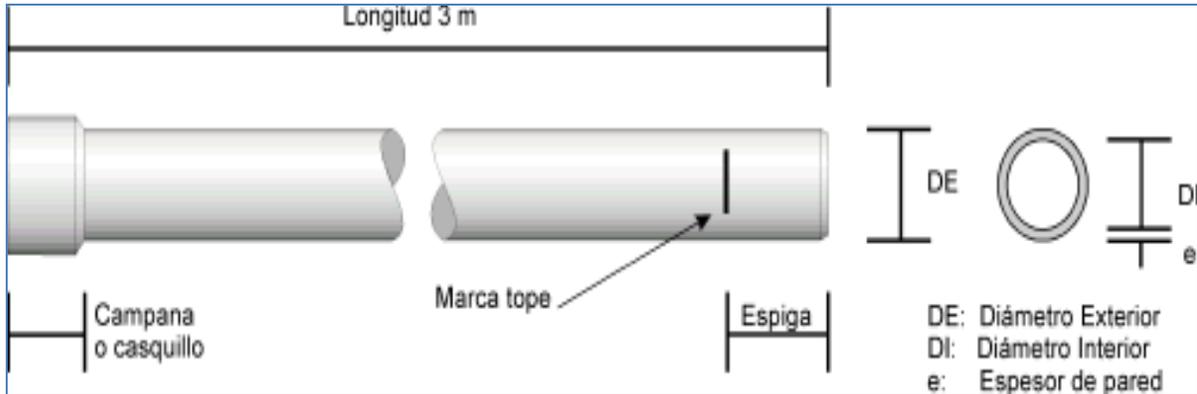
1. En instalaciones ocultas
2. En instalaciones visibles, siempre que no está expuesto a daño mecánico.
3. En ciertos lugares en donde existan agentes químicos que no afecten al tubo y sus accesorios.
4. En locales húmedos o mojados, de manera que no les penetre el agua.
5. enterrado a una superficie no menor de 0.50 m, a menos que se proteja con un recubrimiento de concreto de 5 cm de espesor como mínimo.

Los tubos rígidos de PVC se deben soportar a intervalos que no excedan a los que se indican en la siguiente tabla:

Diámetro del tubo (mm)	Distancia entre apoyos (m)
13 y 19	1.20
25 a 51	1.50
63 a 76	1.80
89 a 102	2.10

Además, deben soportarse a no menos de 1.20 m de cada caja, gabinete u otro extremo el tubo.

Se le encuentra en el mercado en tramos de 3 m de longitud.



DIMENSIONES DE TUBO CONDUIT Y AREA DISPONIBLE PARA LOS CONDUCTORES

Existe un criterio que nos permite el número máximo de conductores que pueden ser alojados en un tubo conduit, a éste criterio se le llama factor de relleno y nos marca lo siguiente:

Todos los conductores que se alojen en un tubo sean portadores de corriente o no, incluyendo su aislamiento y otros forros no deben ocupar más del 40 % de la sección del tubo en el caso de 3 conductores o mas; no mas del 30% cuando sean 2 conductores y no más de 55 % cuando se trate de un solo conductor. El número máximo de conductores portadores de corriente que se aloje en un tubo debe ser de 30. En este caso, los conductores de circuitos de control y señalización y los conductores de puesta a tierra, no se consideran como portadores de corriente.

Con todo esto podemos referirnos a la siguiente tabla, donde se muestran las dimensiones del tubo conduit y el área disponible para los conductores. Desde el punto de vista práctico estos valores pueden aplicarse en cualquier caso, aun cuando las dimensiones anteriores de los distintos tipos de tubos conduit son ligeramente diferentes entre sí.

TABLA 3.8 DIMENSIONES DE TUBO CONDUIT Y AREA DISPONIBLE PARA LOS CONDUCTORES.

DIAMETRO mm	NOMINAL Pulg.	DIAMETRO INTERIOR mm	AREA INTERIOR TOTAL mm ²	AREA DISPONIBLE PARA CONDUCTORES mm ²	
				40 % PARA 3 O MAS COND.	30 % PARA 2 CONDUCTORES
13	½	15.81	196	78	59
19	¾	21.30	356	142	107
25	1	26.50	552	221	166
32	1 ¼	35.31	979	392	294
38	1 ½	41.16	1 331	532	399
51	2	52.76	2 186	874	656
63	2 ½	62.71	3 088	1 235	926
76	3	77.93	4 769	1 908	1 431
89	3 ½	90.12	6 378	2 551	1 913
102	4	102.26	8 213	3 285	2 464

Para saber el número máximo de conductores que puede llevar un tubo conduit, habrá que referirnos en primera instancia a la sección transversal del conductor con todo su aislamiento y relacionarlo a la tabla precedente. Por esto es pertinente presentar a continuación la tabla que nos muestra las dimensiones de los conductores con aislamiento, más usuales que se instalan en tubo y otras canalizaciones.

TABLA 3.9 DIMENSIONES DE CONDUCTORES CON AISLAMIENTO DE HULE Y TERMOPLASTICO.

	CALIBE AWG MCM	T TW y THW RHW y RHH		RHW y RHH CON CUBIERTA EXTERIOR		THWN y THHN	
		Area mm ²	Diám mm	Area Mm ²	Diám mm	Area mm ²	Diám mm
A L A M B R E	14	3.3	8.7	-	-	2.7	5.9
	14	4.1'	23.3'	5.2	21.1	-	-
	12	3.8	11.1	-	-	3.2	7.9
	12	4.5'	16.2'	5.6	24.7	-	-
	10	4.3	14.3	-	-	4.0	12.3
	10	5.0'	20.1'	6.1'	29.7	-	-
C A B L E	14	3.6	9.9	-	-	3.0	6.9
	14	4.3'	14.8'	5.4	23.0	-	-
	12	4.0	12.8	-	-	3.4	9.3
	12	4.8'	18.4'	5.9	27.3	-	-
	10	4.6	16.8	-	-	4.3	14.7
	10	5.4'	23.0'	6.5	32.3	-	-
	8	6.2'	30.4	-	-	5.6	25.0
	8	7.0'	38.6'	8.3	54.5	-	-
	6	8.2	52.9	10.1	79.8	6.6	34.2
	4	9.4	70.1	11.5	103.5	8.4	55.2
	2	11.0	95.0	13.0	133.3	9.9	77.1
	1/0	13.9	152.7	16.0	200.5	12.5	123.5
	2/0	15.3	179.4	17.1	230.9	13.7	147.6
	3/0	16.4	212.1	18.5	269.3	15.0	176.7
	4/0	17.9	251.8	19.9	312.2	16.4	211.3
	250	20.0	314.6	22.0	381.8	18.2	261.3
	300	21.4	360.1	23.7	441.1	19.6	302.6
	350	22.7	405.9	25.0	491.6	-	-
	400	23.9	449.6	26.2	539.6	22.1	384.3
	500	26.1	536.5	28.4	634.4	24.3	463.0
	600	29.0	662.0	31.3	770.3	-	-
	750	31.7	790.4	34.0	908.4	-	-
	1 000	35.7	998.8	37.9	1 130.9	-	-

' Estas dimensiones corresponden a los tipos RHW y RHH sin cubierta

Los conductores tipo THW corresponden a los de espesor normal de aislamiento éste tipo también se encuentra con aislamiento más grueso.

TABLA 3.10 NUMERO MAXIMO DE CONDUCTORES QUE PUEDEN ALOJARSE EM TUBO CONDUIT.

TIPO DE CONDUCTOR	CALIBRE DEL CONDUCTOR AWG MCM	DIAMETRO NOMINAL DE TUBO										
		13	19	25	32	38	51	63	76	89	102	
T TW THW												
	14'	9	16	25	45	61						
	14	8	14	22	39	54						
	12'	7	12	20	35	48	78					
	12	6	11	17	30	41	68					
	10'	5	10	15	27	37	61					
	10	4	8	13	23	32	52					
	8	2	4	7	13	17	28	40				
RHW RHH Sin cubierta exterior	14'	6	10	16	29	40	65					
	14	5	9	15	26	36	59					
	12'	4	8	13	24	33	54					
	12	4	7	12	21	29	47					
	10'	4	7	11	19	36	43	61				
	10	3	6	9	17	23	38	53				
	8	1	3	5	10	13	22	32				
	6	1	2	4	7	10	16	23	36	48		
	4	1	1	3	5	7	12	17	27	36	47	
	2	1	1	2	4	5	9	12	20	27	34	
	1/0	-	1	1	2	3	5	8	12	16	21	
	2/0	-	1	1	1	3	5	7	10	14	18	
	3/0	-	1	1	1	2	4	6	9	12	15	
	4/0	-	-	1	1	1	3	5	7	10	13	
		250	-	-	1	1	1	2	4	6	8	10
		300	-	-	-	1	1	2	3	5	7	9
	350	-	-	-	1	1	1	3	4	6	8	
	400	-	-	-	1	1	1	2	4	5	7	
	500	-	-	-	1	1	1	1	3	4	6	
RHW RHH Con cubierta exterior	14'	3	6	10	18	25	41	58				
	14	3	6	9	17	23	38	53				
	12'	3	5	9	16	21	35	50				
	12	3	5	8	14	19	32	45				
	10'	2	4	7	13	18	29	41				
	10	2	4	6	12	16	26	37				
	8	1	2	4	7	9	16	22	35	47		
	6	1	1	2	5	7	11	15	24	32	41	
	4	1	1	1	3	5	8	12	18	24	31	

	2	-	1	1	3	4	7	9	14	19	24
	1/0	-	1	1	1	2	4	6	9	12	16
	2/0	-	-	1	1	2	3	5	8	11	14
	3/0	-	-	1	1	1	3	4	7	9	12
	4/0	-	-	1	1	1	2	4	6	8	10
									5	6	8
	250	-	-	-	1	1	1	3	4	5	7
	300	-	-	-	1	1	1	3	4	5	6
	350	-	-	-	1	1	1	3			
	14'	13	24	37	66						
	14	11	20	32	57						
	12'	10	18	28	49	67					
	12	8	15	23	42	57					
	10'	6	11	15	32	43	71				
	10	5	9	15	26	36	59				
	8	3	5	9	15	21	35	49			
	6	2	4	6	11	15	25	36	56		
	4	1	2	4	7	9	16	22	34	46	
	2	1	1	3	5	7	11	16	25	33	42
	1/0	-	1	1	3	4	7	10	15	20	26
	2/0	-	1	1	2	3	6	8	13	17	22
	3/0	-	1	1	1	3	5	7	11	14	18
	4/0	-	-	1	1	2	4	6	9	12	15
	250	-	-	1	1	1	3	4	7	10	12
	300	-	-	1	1	1	3	4	6	8	11
	350	-	-	-	1	1	2	3	5	7	9

ALAMBRES

Finalmente combinando los valores de las tablas 3.8 y 3.9 se puede elaborar la siguiente tabla en la que se encuentran el número máximo de conductores que pueden alojarse en un tubo conduit.

Esta tabla está basada en factores de relleno de 40 % para tres conductores o más, 30 % para dos conductores y 55 % en el caso de un solo conductor.

ACCESORIOS UTILIZADOS EN BAJA TENSIÓN.

En las instalaciones eléctricas de casas-habitación, las conexiones de conductores o uniones entre conductores, se deben ejecutar en cajas de conexiones. También se deben alojar en cajas los apagadores, los contactos y las salidas para lámparas.

Las cajas pueden ser metálicas o de plástico, las primeras se emplean en tubo metálico y las segundas en tubo de polietileno ó PVC, Las cajas metálicas se fabrican en acero galvanizado en las siguientes formas: redonda, octagonal, cuadrada y rectangular, sus dimensiones varían al igual que el número de perforaciones para acceso de tubería.

Las cajas de conexión deben tener dimensiones tales que permitan alojar holgadamente los conductores contenidos en ellas.

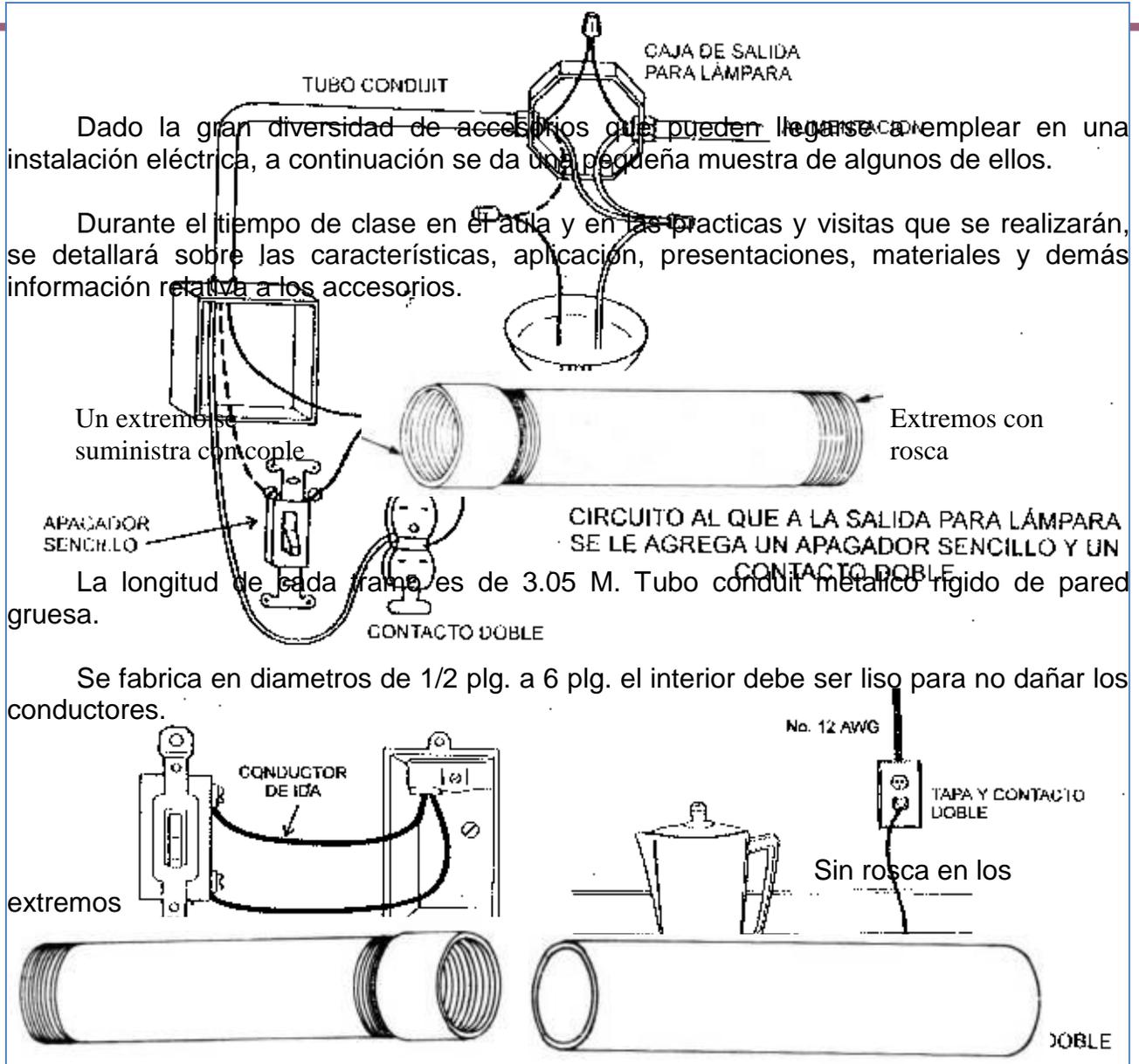
Las Normas técnicas para instalaciones eléctricas establecen un criterio al respecto en la tabla 307.9, la cual muestra el número máximo de conductores del mismo calibre que pueden alojarse en las cajas metálicas.

**TABLA 307.9
NÚMERO MÁXIMO DE CONDUCTORES DEL MISMO CALIBRE QUE PUEDEN
ALOJARSE EN LAS CAJAS MÉTALICAS.**

DESIGNACION COMERCIAL	DIMENSIONES NOMINALE mm	VOLUMEN INTERIOR APROX. cm ³	NUMERO MAXIMO DE CONDUCTORES CALIBRE				
			14	12	10	8	6
13 mm redonda u octogonal.	75x38	170	5	4	4	3	2
19 mm redonda u octogonal	100x38	280	8	7	6	5	3
13 mm cuadrada	75x75x38	210	6	5	5	4	2
19 mm cuadrada	100x100x38	370	11	10	9	7	4
25 mm cuadrada	100x120x57	800	24	21	19	16	9
chalupa	97x57x38	200	6	5	4	4	2

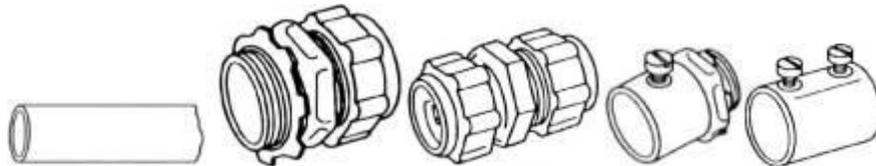
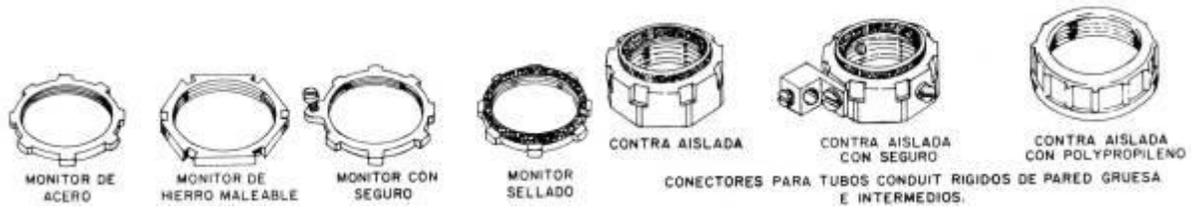
En caso e que una caja contenga dispositivos o accesorios tales como contactos, apagadores, soportes para luminarias, ó abrazaderas para cables el número de

conductores indicado en ésta tabla será reducido considerando que cada uno de los dispositivos o accesorios mencionados ocupa un volumen equivalente al conductor más grueso de los alojados en la caja.



Tubo conduit intermedio o semi pesado. delgado(rigido ligero).

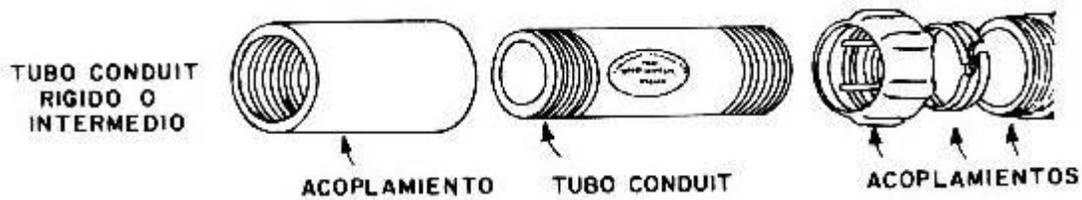
Tubo conduit metálico de pared

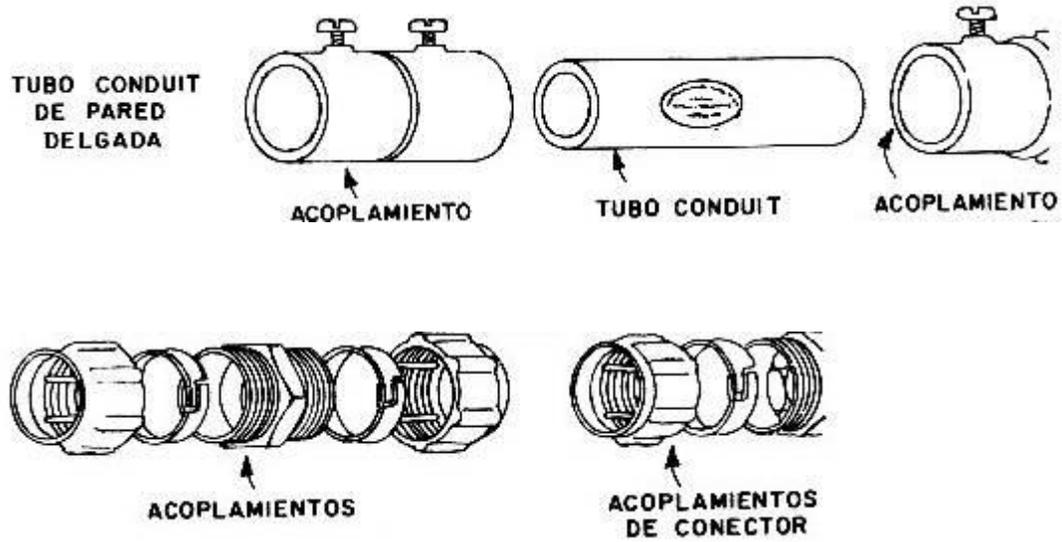


TUBO CONDUIT DE PARED DELGADA Y CONECTORES.

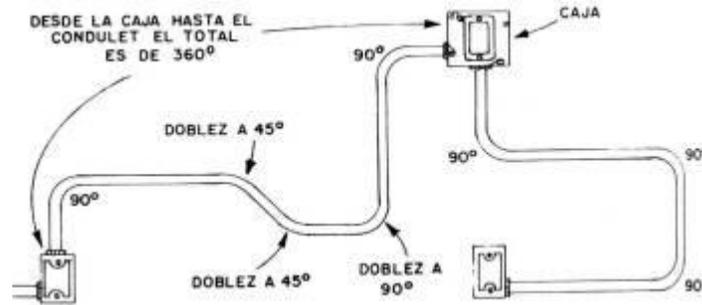


ABRAZADERAS PARA TUBO CONDUIT

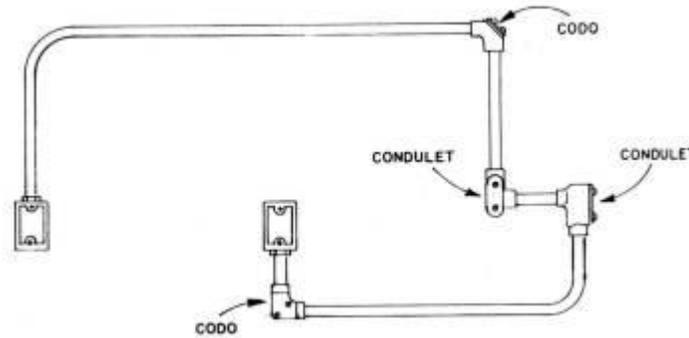




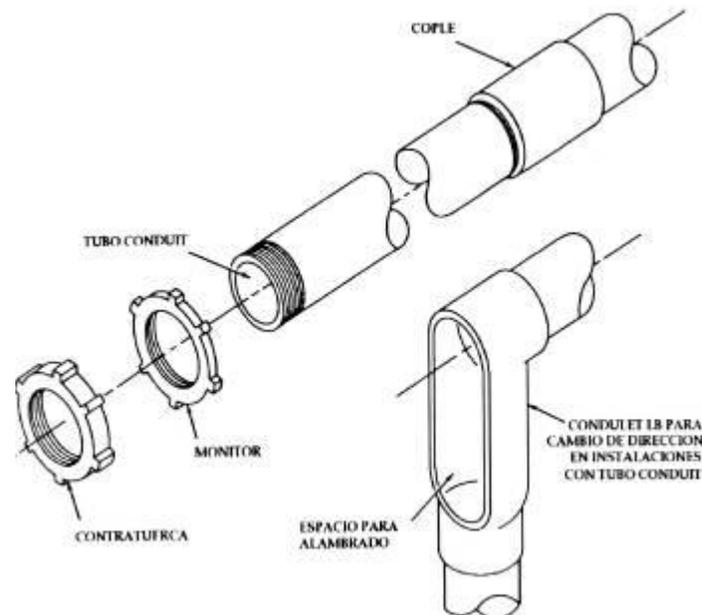
FORMAS DE EFECTUAR CAMBIOS DE DIRECCIÓN CON TUBOS CONDUIT



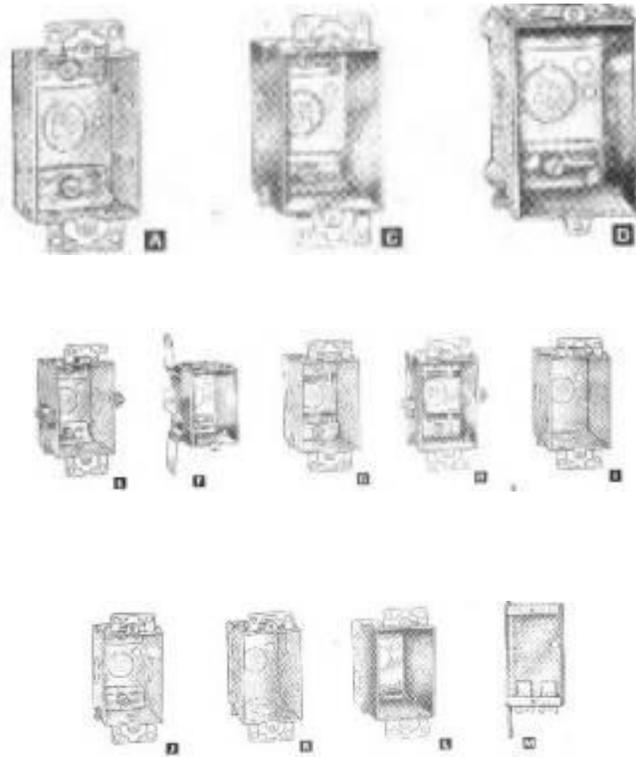
Por medio de doblado del tubo conduit.



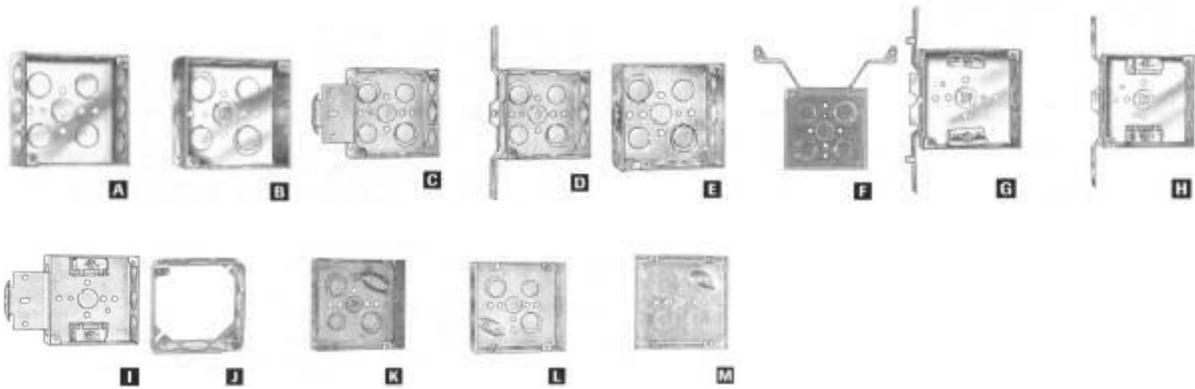
Con Condulets.

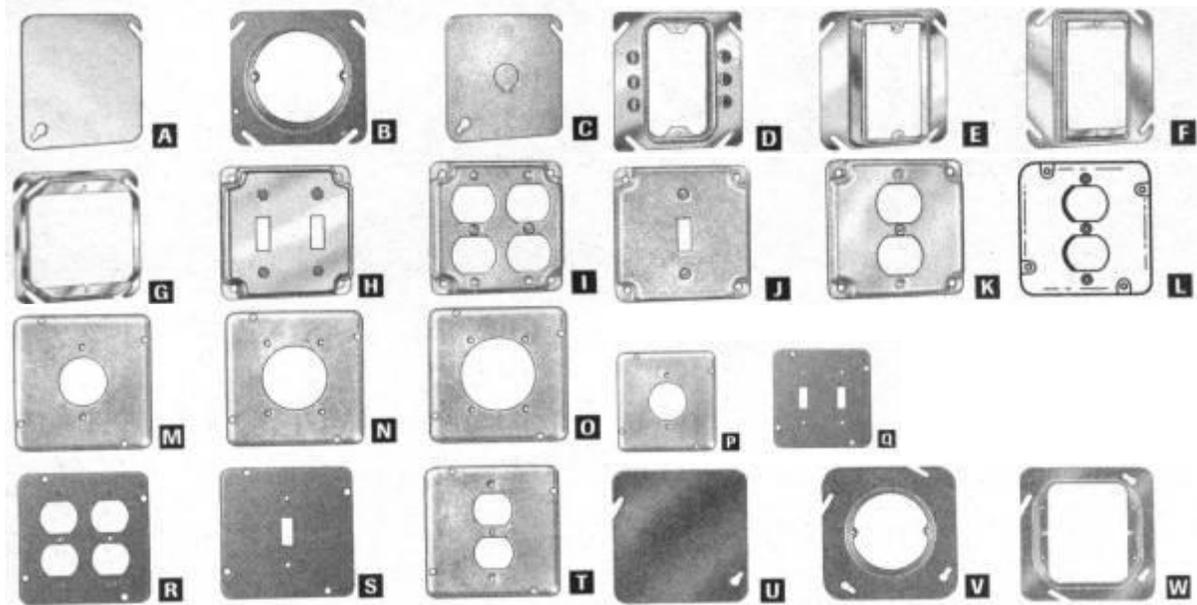


Tubo Conduit de pared Gruesa y conectores



- GALVANIZADAS PARA PROTEGER CONTRA LA CORROSIÓN Y OXIDACIÓN.
- EL NO. 1MW62 ACEPTA PAREDES DE 3/4 PLG. DE ESPESOR.





ELEMENTOS DE INTERCONEXION.

APAGADORES

De los diversos componentes que puedo tener una instalación eléctrica, los apagadores o switches representan un elemento importante, ya que tienen la función primaria de conectar conductores, componentes o un arreglo de éstos de manera que la corriente eléctrica pueda circular de uno a otro o bien, para discontinuar el flujo de esta corriente.

En La practica no sólo una, sino varias corrientes pueden ser controladas Los apagadores pueden emplearse también para ubicar trayectorias convenientes de las corrientes a través de trayectorias que fueron previamente determinadas.

Un apagador no es una carga, de manera que la caída o la pérdida de voltaje en un apagador debe ser cero o tan cercana a cero como sea posible. Los apagadores se conectan o alambran siempre en serie con el conductor vivo o de potencial en una instalación eléctrica, pero nunca se usan para conectar al conductor neutro o al de tierra, tampoco se conectan directamente en paralelo con cualquier línea energizada, es decir, no se conectan al conductor neutro y al vivo.

Los apagadores (switch) se encuentran disponibles en el mercado en una gran variedad de tipos, pero todos se pueden agrupar en tres grandes categorías: De corriente directa (C.D.), de corriente alterna (CA.) y de corriente directa y corriente alterna (C.D/CA.). Se entiende que los de C.D. sólo serán con corriente directa, los de CA, sólo lo hacen con CA. y los de C.D./C.A. operan indistintamente con C.D. ó CA. El tipo más prevaeciente es el de C.A., que ofrece la ventaja sobre los de C.D. que a igualdad de potencia tienen un tamaño más reducido. Los apagadores de C.D. se usan por lo general en aparatos portátiles que la mayoría de las veces son accionados por batería, en tanto

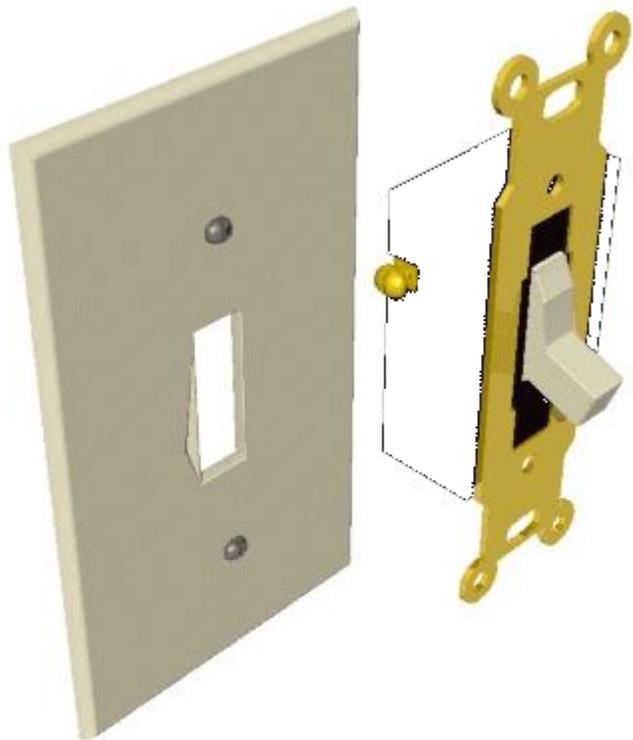
que los apagadores de C.A. tienen una aplicación mucho más amplia en aparatos que operan alimentados con CA, a través de la compañía suministradora.

Los apagadores, ya sean de C A. o C.D/C.A. se pueden diseñar y clasificar por el número de polos y por la manera como se accionan estos polos:

- De un polo y tiro sencillo.
- De un polo y doble tiro.
- De dos polos y tiro sencillo
- De dos polos y doble tira.

También se pueden clasificar, de acuerdo con sus características físicas o por su uso, como:

- Centrífugos
- De botón
- De palanca
- Iluminados
- Con bloqueo
- Con control de tiempo
- De contacto momentáneo
- De servicio pesado



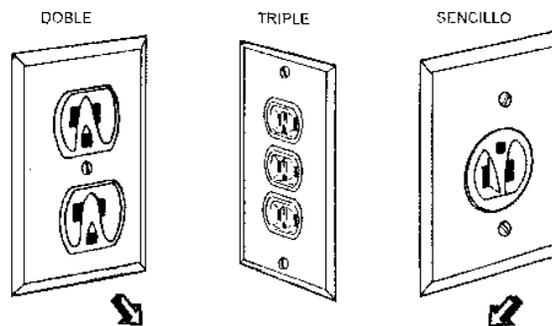
CONTACTOS.

El principio básico de los contactos es la de un par de **contactos metálicos**, cada uno conectado a cada uno de los alambres de la alimentación. Se alimenta a los aparatos por medio de clavijas que al entrar en contacto con el primer par cierran el circuito y pasa la corriente eléctrica a través de ellos.

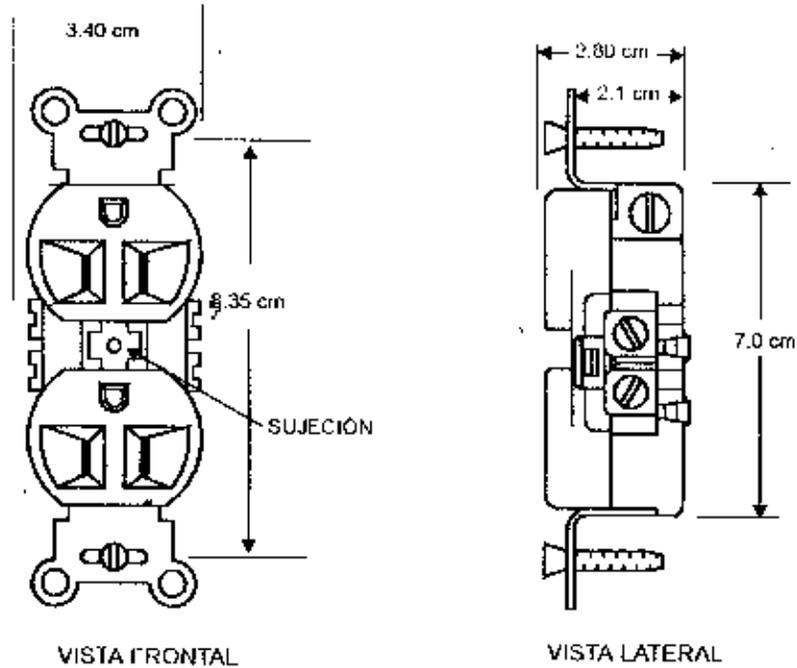
El contacto es una componente diseñada para acomodar una clavija para entregar potencia a alguna componente eléctrica o aparato- Se puede montar un muro en forma embebida, sobrepuesta o en una caja eléctrica metálica o plástica para montaje sobrepuesto. En algunas ocasiones, el contacto es de dos terminales y el cordón clavija del aparato de tres, en estos casos se debe usar un adaptador de tres o dos terminales.

El contacto de dos terminales ha sido durante mucho tiempo el tipo más usada, pero se ha sustituido gradualmente por el de tres terminales que permite la conexión a tierra- Las conexiones se hacen generalmente a base de tornillos. Una variante de construcción es el uso de los contactos dobles que no es más que la presencia de dos contactos en un mismo cuerpo y que pueden tener dos o tres terminales, según se trate de clavijas polarizadas ó no polarizadas (con dos o tres terminales respectivamente).

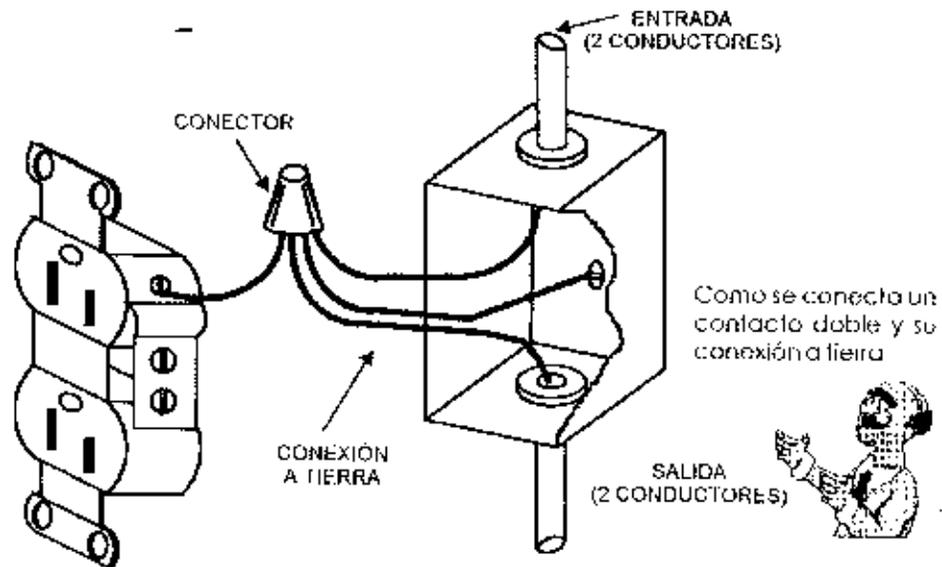
TIPOS DE CONTACTO



Algunos contactos con tapas usados en las instalaciones eléctricas



DIMENSIONES APROXIMADAS DE UN CONTACTO DOBLE



CONEXIÓN DEL CONTACTO DOBLE MOSTRANDO TIERRA (Art. 410-58)

DISPOSITIVOS PARA PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTES.

Como sabemos el alma de cualquier Instalación eléctrica la constituyen los conductores, por lo tanto deben existir en cualquiera de estas, dispositivos de seguridad que garanticen que la capacidad de conducción de corriente de los conductores no se exceda. Una corriente excesiva, también conocida como sobre corriente, puede alcanzar valores desde una pequeña sobrecarga hasta valores de corriente de cortocircuito dependiendo de la localización de falla en el circuito.

La protección contra sobre corrientes asegura que la corriente se interrumpirá antes de que un valor excesivo pueda causar daño al conductor mismo o a la carga que se alimenta. Puede ser un hilo conductor muy delgado y de unos pocos centímetros de longitud (cortocircuito fusible) o un interruptor magnético llamado disyuntor.

Cuando el cortocircuito interrumpe la corriente se forma un arco eléctrico entre sus terminales, que se evita. en el caso de los grandes cortacircuitos, sumergiéndolos en un liquido aislante como el aceite. En el caso de los disyuntores se utiliza un campo magnético para romper el arco eléctrico.

En las instalaciones residenciales que nosotros manejaremos existen básicamente dos dispositivos de protección contra sobre corrientes'. Los fusibles y los interruptores termo magnéticos.

FUSIBLES:

Los fusibles son dispositivos de sobre corriente que se autodestruyen cuando interrumpen un circuito. Su componente esencial es, habitualmente, un hilo o una banda de metal que se derrito a una temperatura relativamente baja y esta calibrado de tal manera que se fundan cuando alcancen una corriente determinada, debido a que los fusibles se encuentran en serie con la carga, estos abren o rompen el circuito cuando se funden. Se dice que todos los fusibles tienen una característica de tiempo inversa, es decir

si un fusible es de 30 A debe conducir 30 A en forma continua, con 10% de sobrecarga (33 A) se debe fundir en algunos minutos, con una sobrecarga del 20% (36 A) se funde en menos de un minuto. Esto quiere decir, que a mayor sobrecarga. menor tiempo de fusión, es decir de interrupción de circuito.

Los últimos desarrollos en el campo de los fusibles incluyen modelos que permiten una sobrecarga momentánea sin que se rompa el circuito. Estos son necesarios en los circuitos que se utilizan para alimentar los aparatos de aire acondicionado ya que en estos dispositivos es posible que la alimentación inicial sea mayor. Otro tipo de fusibles de fabricación reciente contiene diversas conexiones que pueden seleccionarse mediante un conmutador. Si una de las conexiones se funde, se puede seleccionar otra sin remplazar el fusible.

A continuación mencionaremos algunos de los fusibles mas usados:

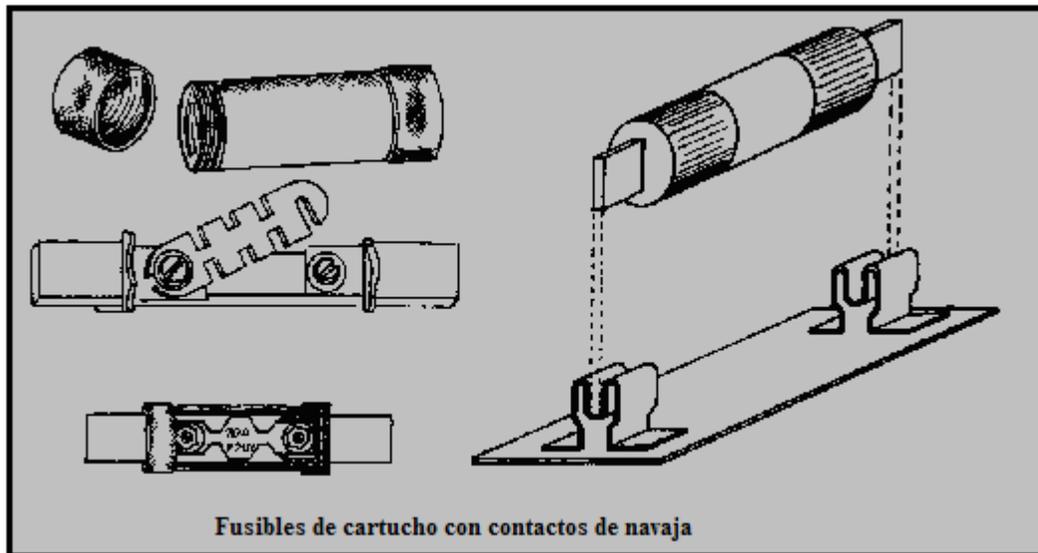
FUSIBLE CILÍNDRICO:

En instalaciones eléctricas donde la corriente excede a 30 A es necesario usar fusibles de cartucho o cilíndricos y su correspondiente porta fusible. Un fusible cilíndrico está formado por una banda de metal fusible encerrada en un cilindro de cerámica o de fibra. Unos bornes de metal ajustados a los extremos del fusible hacen contacto con la banda de metal. Este tipo de fusible se coloca en un circuito eléctrico de nodo que la corriente fluya a través de la banda metálica para que el circuito se complete. Si se da un exceso de corriente en el circuito, la conexión de metal se calienta hasta su punto de fusión y se rompe. Esto abre el circuito, detiene el paso de la corriente y, de ese modo protege al circuito. Este tipo de fusibles se fabrican para una gama mas amplia de voltajes y corrientes y los portafusibles están diseñados de tal manera que es difícil colocar un fusible de una capacidad de corriente diferente a la que corresponde al porta fusible. Se fabrican en dos tipos:

a) Fusibles de cartucho con contactos de casquillo. Con capacidad de corriente de 3.5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 y 60 amperes.

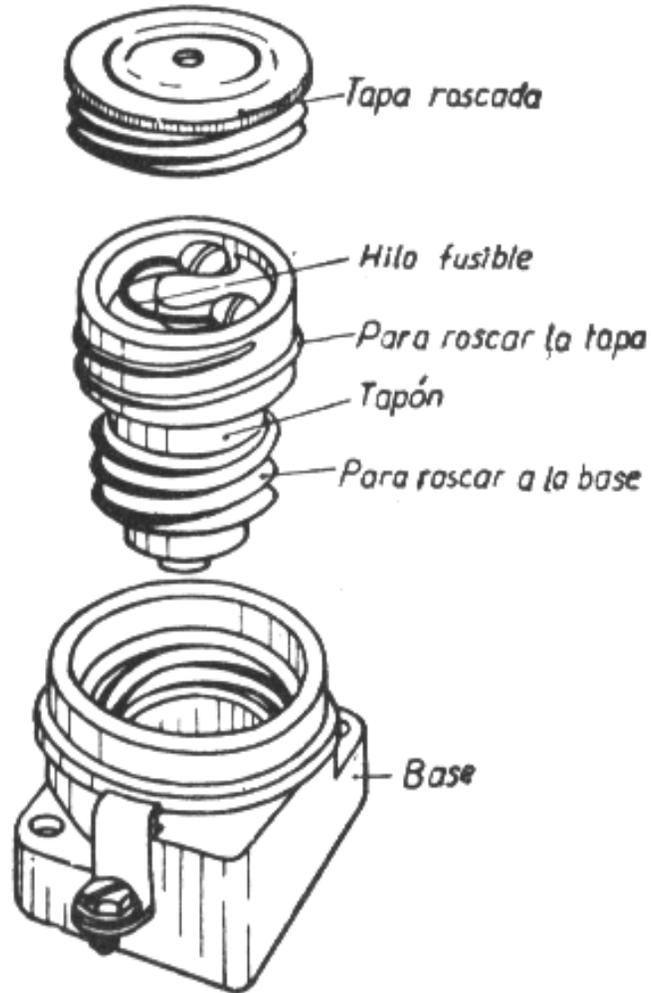


b) Fusibles de cartucho con contactos de navaja. Con capacidad de corriente de 75,80,90,100,110,125,150,175,200,225,250,300,350,400,450,500 y 600 amperes. Estos fusibles son de aplicación en instalaciones industriales o comerciales de gran capacidad.



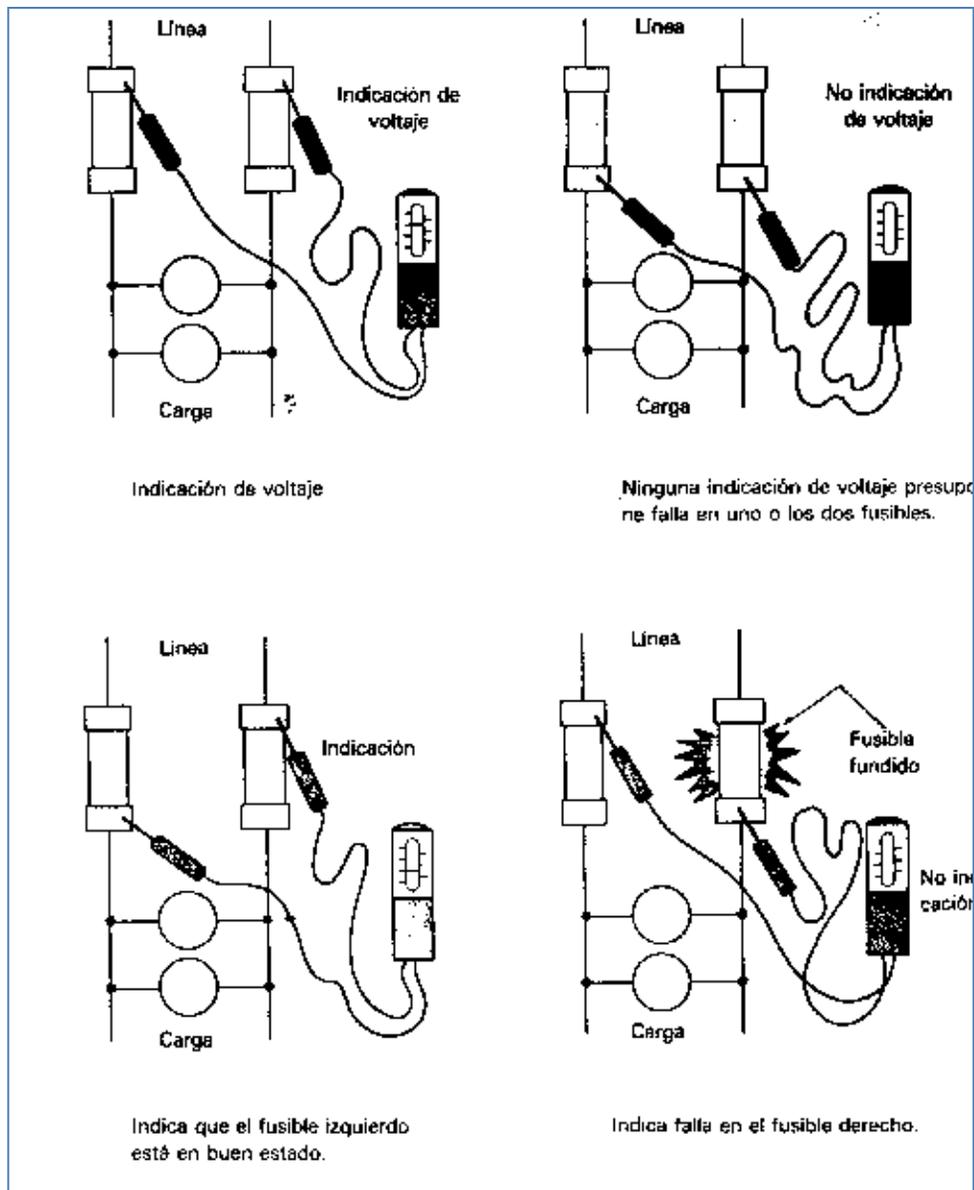
- **FUSIBLE DE TAPON DE ROSCA :**

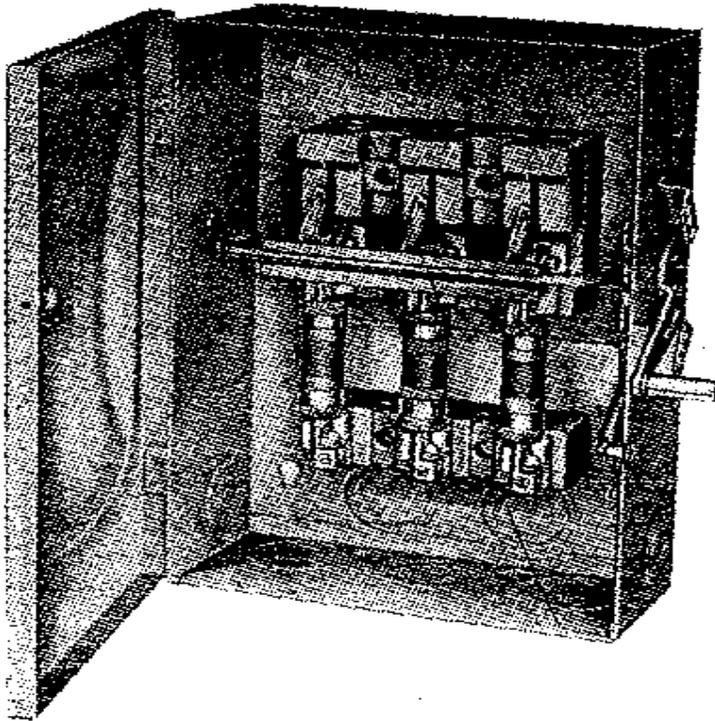
En este tipo de fusible en una base roscada se encuentra encerrado un listón fusible para prevenir que el metal se disperse cuando el listón fusible se funde. La conexión en que se encuentra el fusible se puede determinar observando a través de una pequeña mirilla de plástico transparente localizado en la parte superior del conjunto que constituye el fusible. Este tipo de fusibles no se deben de usar en circuitos con un voltaje superior a 127 volts y se deben instalar en el lado de la carga del circuito en que se van a localizar.



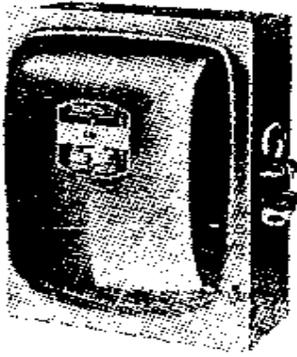
LOCALIZACION DE FALLAS EN FUSIBLES

Cuando se observa que la energía eléctrica “se va” en una instalación eléctrica, lo primero que se hace es verificar el estado de los fusibles antes de reemplazarlos; esto se puede hacer por medio de un probador de voltaje. En caso de que exista tensión en la alimentación se procede a verificar el estado de los fusibles; este procedimiento indica los pasos de verificación de voltaje en la línea y el estado de los fusibles se muestra en la siguiente figura:

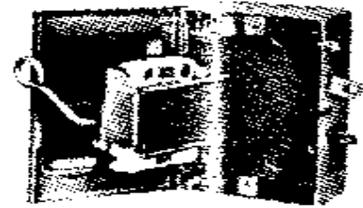




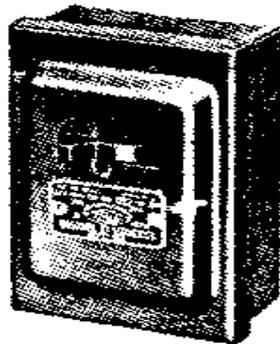
DIVERSOS TIPOS DE
INTERRUPTORES DE
SEGURIDAD EN CAJA
METALICA



Tipo LD—base plana



Tipo LD—embisagrado



Tipo LD—palanca al frente

INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO:

El interruptor termo magnético también, conocido como “breaker” es un dispositivo diseñado para conectar y desconectar un circuito por medios no automáticos y desconectar un circuito automáticamente para un valor predeterminado de sobre corriente, sin que se dañe a si mismo cuando se aplica dentro de sus valores de diseño.

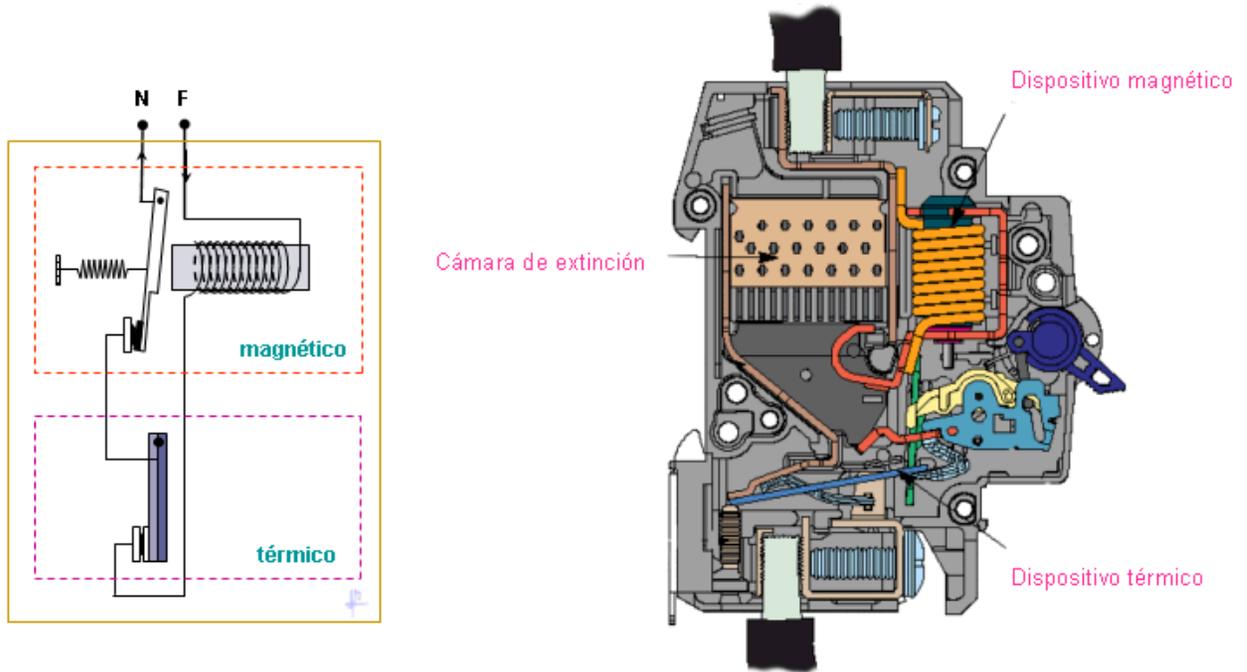
La operación de cerrar y abrir un circuito eléctrico se realiza medio de una palanca que indica posición adentro (ON) y fuera (OFF). La característica peculiar de los interruptores termo magnéticos es el elemento térmico conectado en serie con los contactos y que tiene como función proteger contra condiciones de sobrecarga gradual; la corriente pasa a través del elemento térmico conectado en serie y origina su calentamiento; cuando se produce un excesivo calentamiento como resultado de un incremento en le sobrecarga unas cintas bimetálicas operan sobre los elementos de sujeción de los contados desconectándose automáticamente Las cintas bimetálicas están hechas de dos metales diferentes unidas en un punto una con otra.

Debido a que debe de transcurrir tiempo para que el elemento bimetálico se calienta, el disparo o desconexión de los interruptores termo magnéticos no ocurre precisamente en el instante en que la corriente excede a su valor permisible. Por lo general el fabricante suministra la curva característica de operación del interruptor y desde luego no se recomiendan para instalaciones en donde se requiere protección instantánea. Según se conectan a las barras colectoras de os tableros de distribución o centro de carga, pueden ser del tipo atornillado o del tipo enchufado; se fabrican en los siguientes tipos y capacidades:

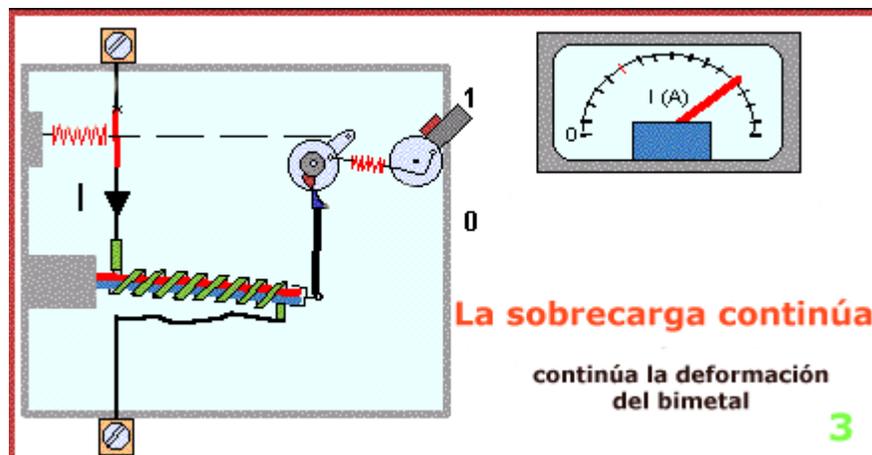
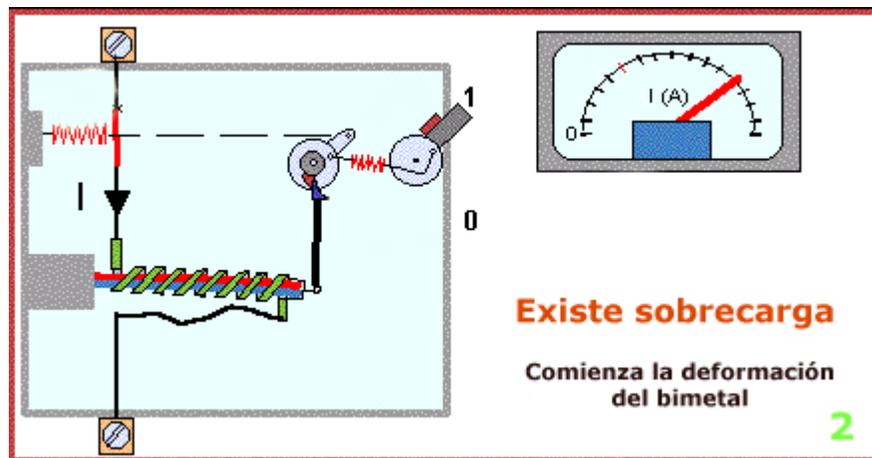
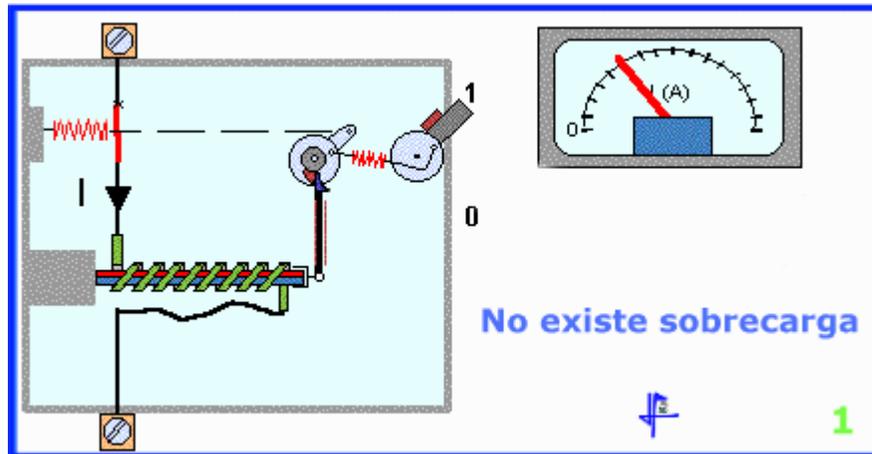
Un polo: 15A, 20A, 40A 50A

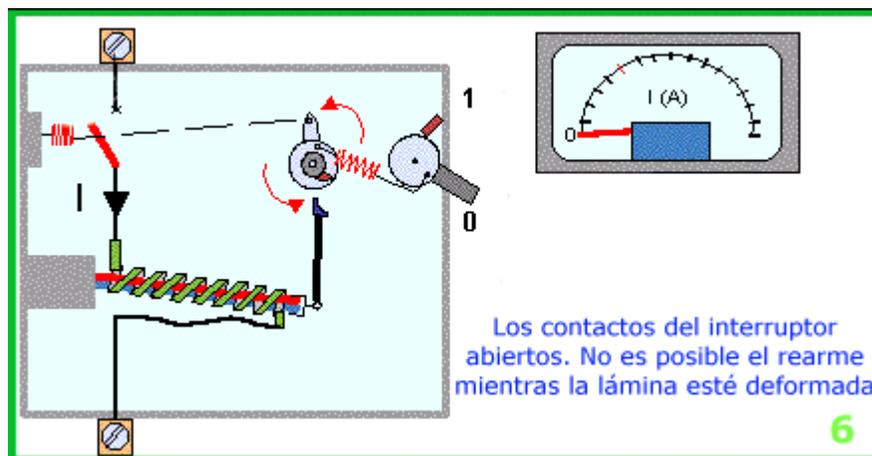
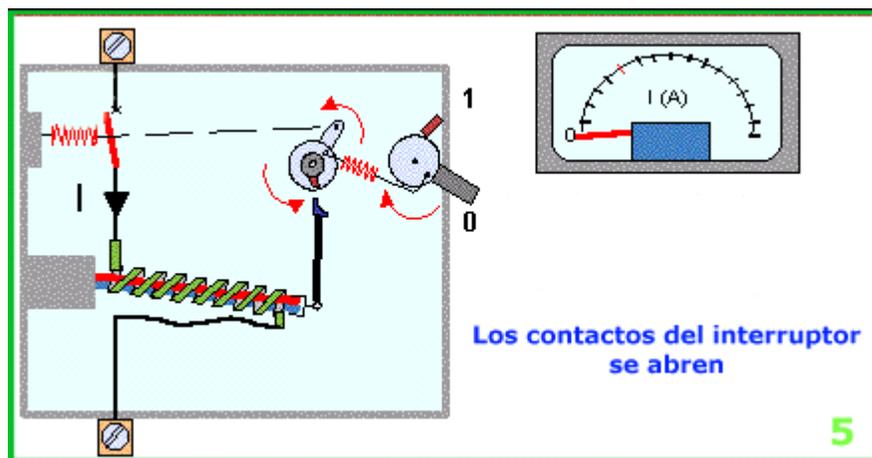
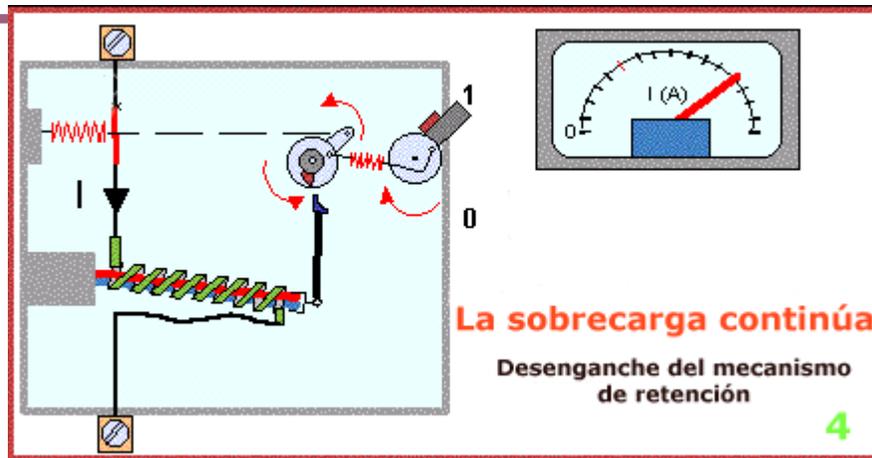
Dos polos: 15^a, 20^a, 30A, 40A, 50A, 70A

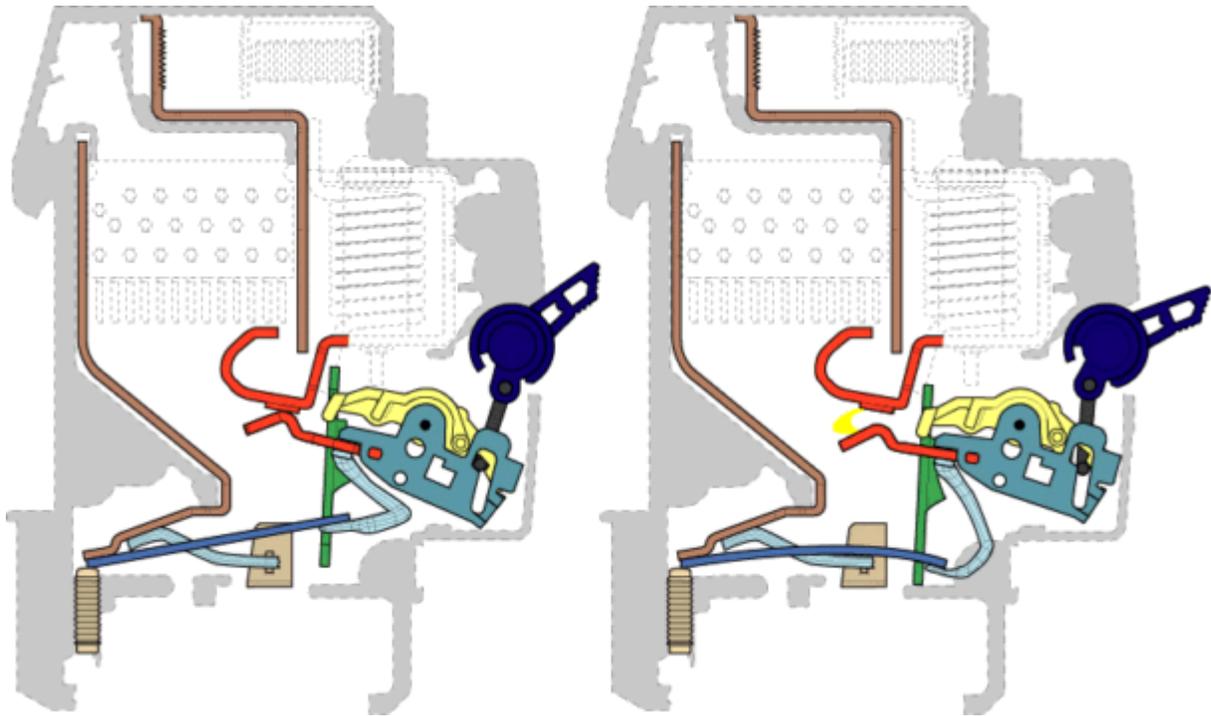
Tres polos: 100A, 125A, 150^a, 175A. 200A. 225A, 250A, 300A. 350A. 400A, 500A, 600^a



FUNCIONAMIENTO DEL INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO.







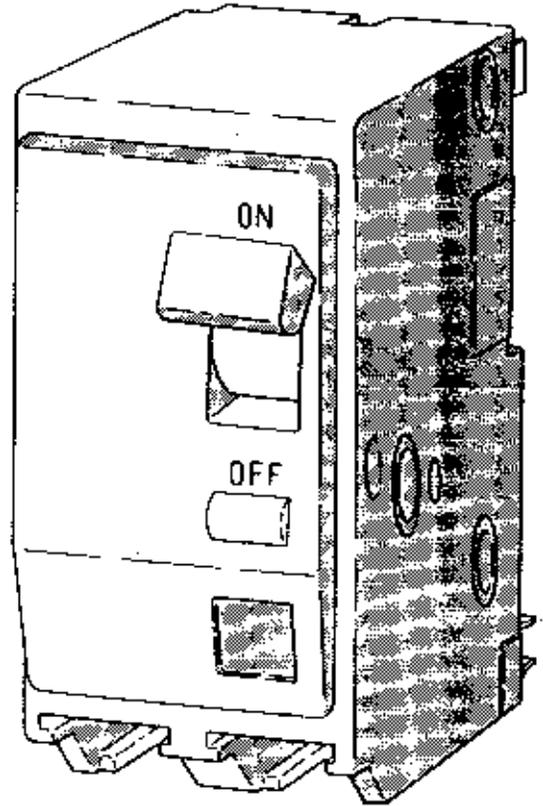
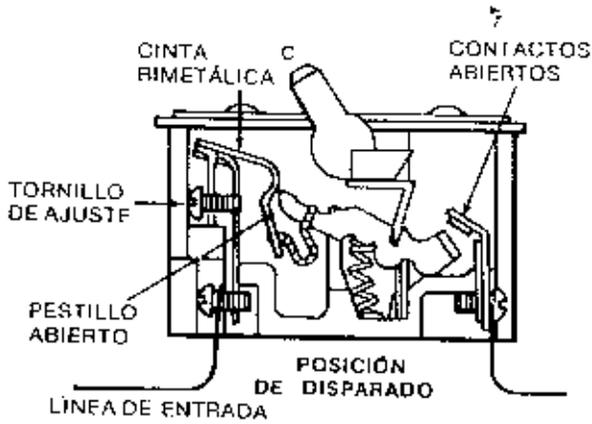
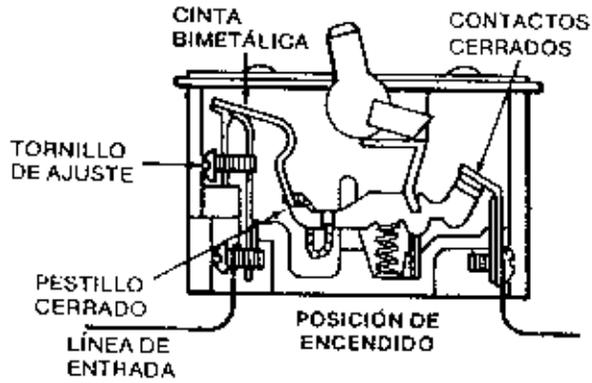
Centros de carga

**Interruptores Termomagnéticos
Stab Lok**



NCM	FPD	NA/NB	NC
50 A 2 y 4 Polos	30 A 2 Polos	15 a 50 A en 1 polo 15 a 100 A en 2 y 3 polos	15 a 30 A en 1 polo 15 a 50 A en 2 polos
10 kA --- con Interruptores Termomagnéticos Stab Lok NC	10 kA --- con Interruptores QO.	10 kA	10 kA
120/240 V	120/240 V	120/240 V	120/240 V
Protección Termomagnética	Protección Termomagnética	Protección Termomagnética	Protección Termomagnética
Nema 1	Nema 1	Montado en centros de Carga y Tableros de alumbrado y distribución tipo Panel.	Montado en centros de Carga y Tableros de alumbrado y distribución tipo Panel.
Sobreponer y Empotrar	Sobreponer y Empotrar	Enchufable (NA) y Atornillable (NB)	Enchufable
Calibración de los interruptores: •15 a 30 A en interruptores de 1 polo *15 a 50 A en interruptores de 2 polos	Calibración de los interruptores: •15 a 30 A en interruptores de 1 polo	Calibre de cable máximo admisible: #4AWG	Calibre de cable máximo admisible: #6AWG
Protección de circuitos de alumbrado y usos generales en casa habitación y pequeño comercio con interruptores NC.	Protección de circuitos de alumbrado y usos generales en casa habitación y pequeño comercio con interruptores QO.	Protección de circuitos de alumbrado y usos generales en casa habitación con centros de carga o en comercio e industria en tableros de alumbrado y distribución tipo Panel.	

ESTRUCTURA DE UN INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO.



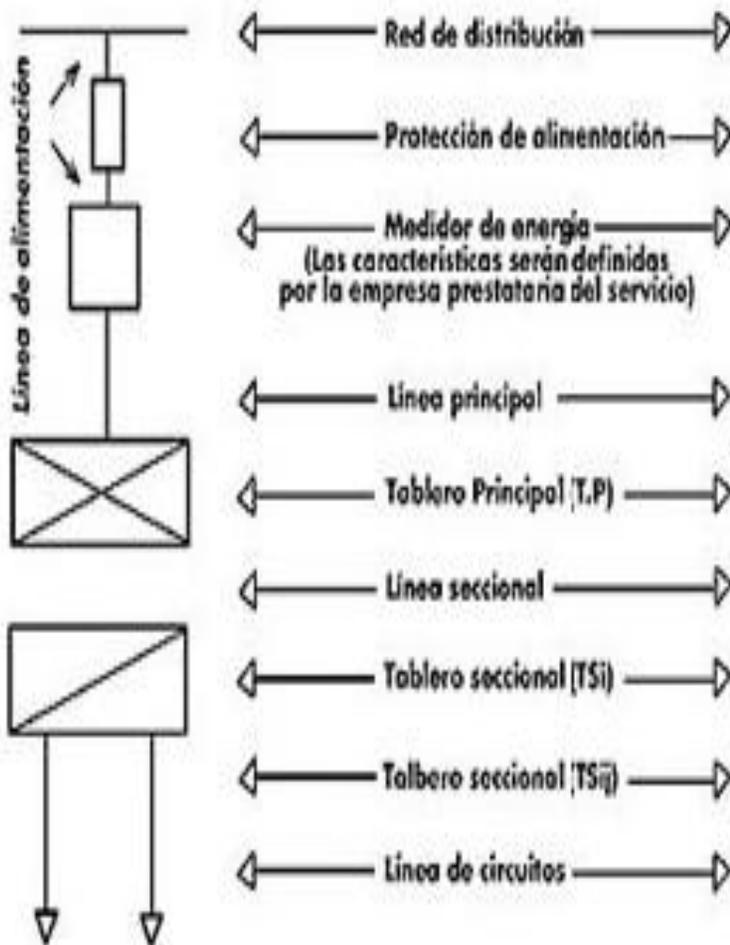
UBICACIÓN DE LAS PROTECCIONES ELÉCTRICAS.

En general, los dispositivos de protección contra sobre corrientes se deben colocar en el punto de alimentación de los conductores que protejan a lo más cerca que se pueda de dicho circuito de manera que sean fácilmente accesibles, que no estén expuestos a daño mecánico y no estén cerca de material fácilmente inflamable.

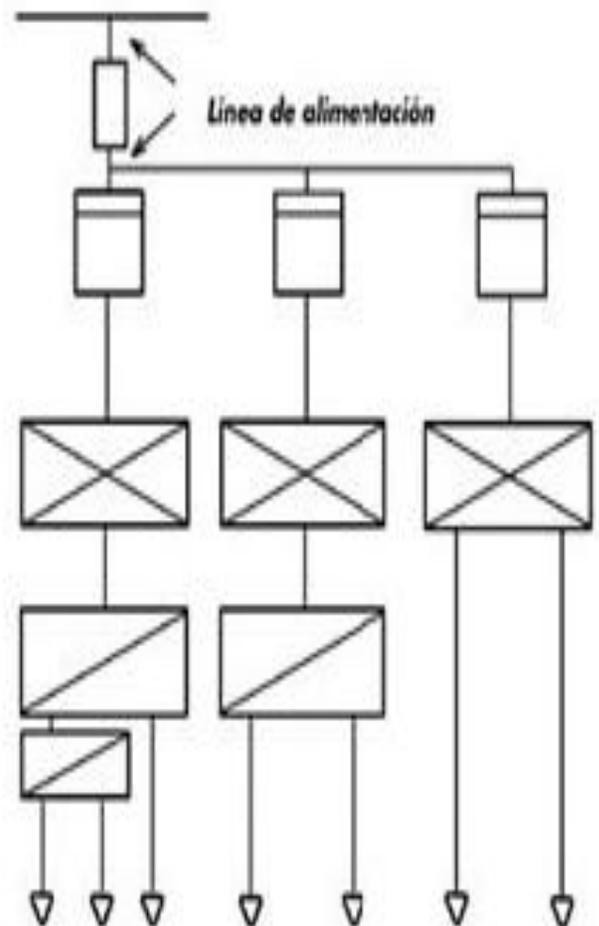
En el caso particular de las casas habitación es común que asociados a los fusibles de protección se encuentren los desconectores de navaja de polos.

Esquema General

Instalación Individual



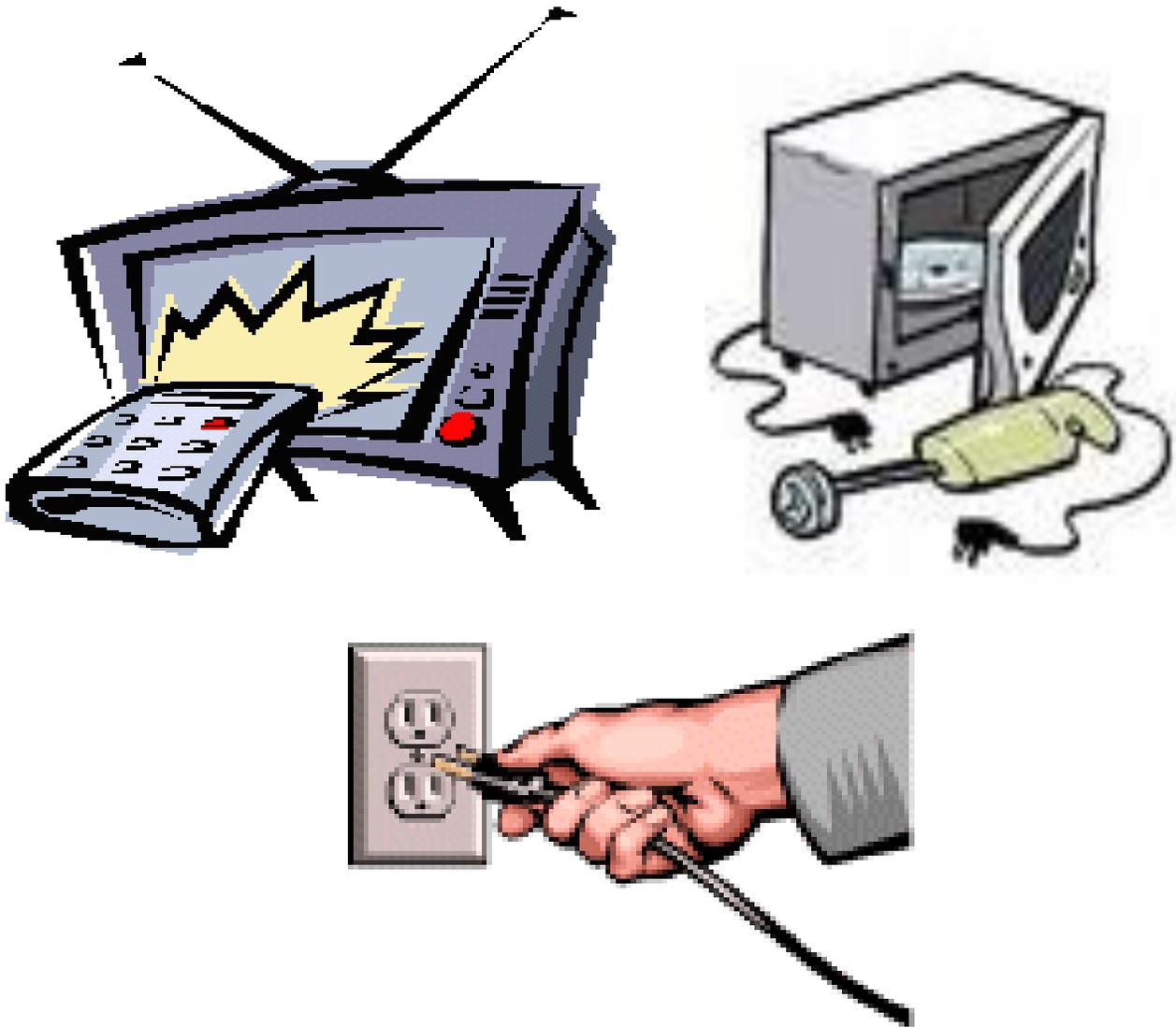
Instalación Múltiple



CARGA ELÉCTRICA.

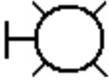
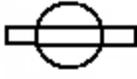
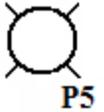
Potencia que demanda, en un momento dado, un aparato o máquina o un conjunto de utilización conectados a un circuito eléctrico. (la carga puede variar en el tiempo, dependiendo del tipo de servicio).

Es importante señalar que el orden que se ha seguido para definir los anteriores términos, es prácticamente el mismo que marca el camino de la corriente, desde la acometida hasta los puntos de consumo. No obstante, quien proyecta una instalación debe precisamente seguir el orden inverso, pues de la magnitud y emplazamiento de las cargas van a depender las características de los circuitos derivados y alimentador, así como de las protecciones y medios de desconexión, etc.

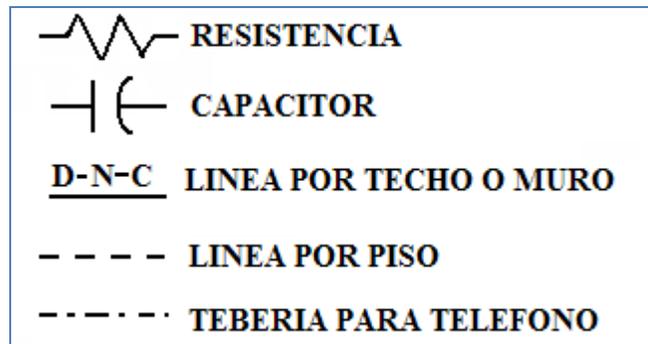




**SIMBOLOS
UTILIZADOS EN
ISTALACIONES
ELECTRICAS
RESIDENCIALES.**

	SALIDA PARA LAMPARA INCANDESCENTE
	ARBOTANTE
	SALIDA PARA LAMPARA FLUORESCENTE
	LAMPARA FLUORESCENTE
	PORTALAMPARA CON INTERRUPTOR DE CORDON
	SALIDA DE PISO
	SALIDA PARA ACCESORIO OCULTO
	SALIDA PARA TELEVISOR
	SALIDA PARA PROPOSITO ESPECIAL
	APAGADOR SENCILLO
	APAGADOR DE PUERTA
	APAGADOR CON LUZ PULOTO
	APAGADOR DE INTEMPERIE
	APAGADOR DE ESCALERA
	APAGADOR DE 4 VIAS
	RELOJ
	ABRIDOR ELECTRICO PARA PUERTA
	CONTACTO SENCILLO EN EL MURO

	CONTACTO SENCILLO EN PISO
	CAJA DE CONEXION
	ESTACION DE BOTONES
	ZUMBADOR
	TIMBRE
	CAMPANA
	INTERFON
	TELEFONO INTERCOMUNICACION
	TELEFONO AL EXTERIOR
	CONEXION A TIERRA
	TABLERO DE FUERZA
	TABLERO DE ALUBRANDO
	TABLERO GENERAL
	MEDIDOR DE LA CIA. SUMINISTRADO
	MEDIO DE DESCONEXION
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
	MOTOR
	FUSIBLE
	BATERIA



TIPOS DE DIAGRAMAS.

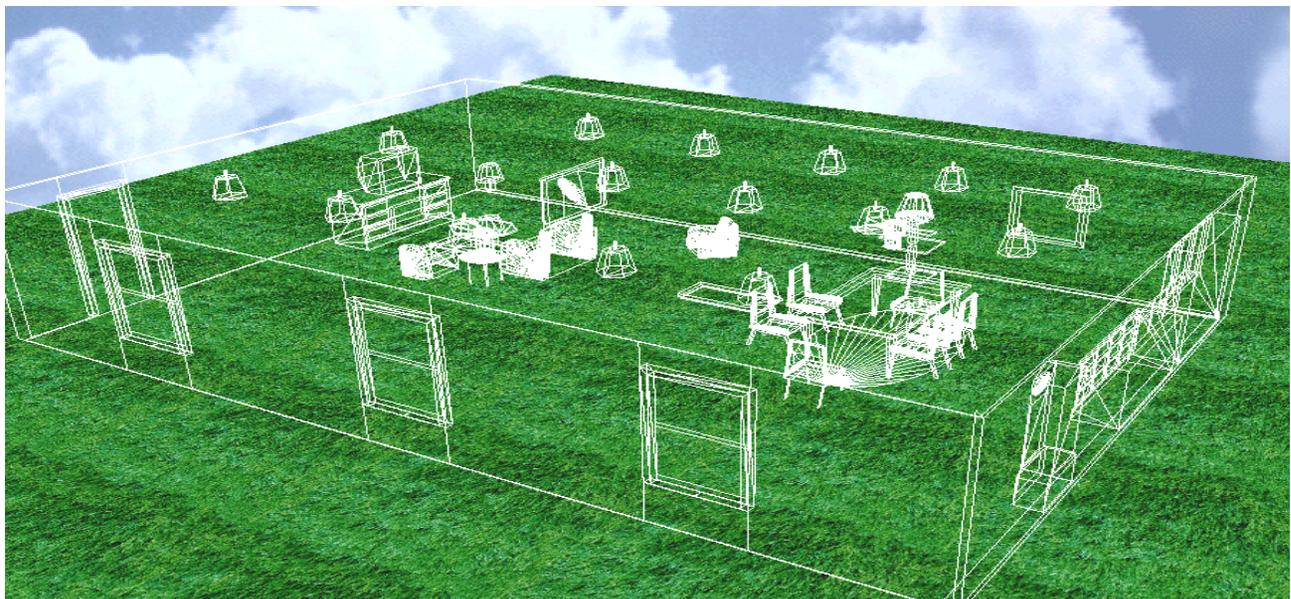
- DIAGRAMA FISICO.
- DIAGRAMA ESQUEMATICO.
- DIAGRAMA UNIFILAR.

EJERCICIOS DE DIAGRAMAS PRACTICOS.

DIAGRAMA FISICO.

DIAGRAMA FISICO.- Este diagrama nos muestra en forma real como quedara nuestra instalación eléctrica.

A continuación se muestra un ejemplo de un diagrama físico de una instalación eléctrica residencial.





AGRAMA ESQUEMATICO.

DIAGRAMA ESQUEMATICO.- En este diagrama se muestra la instalación eléctrica por medio de los símbolos eléctricos, su interconexión y el numero y el calibre de conductores que van alojados en la tubería.

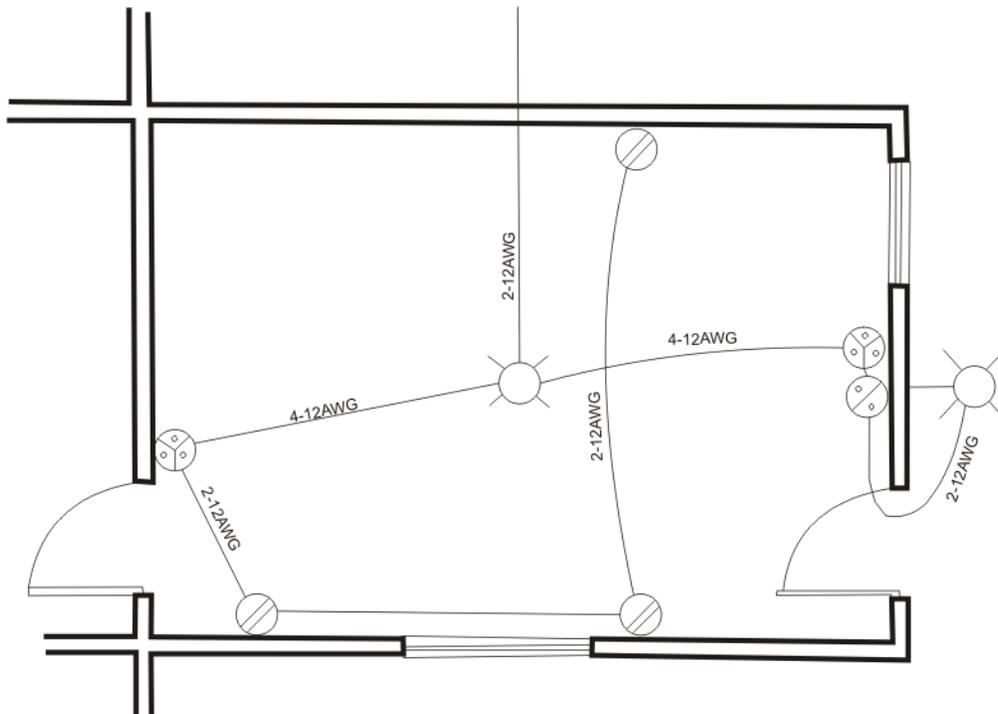
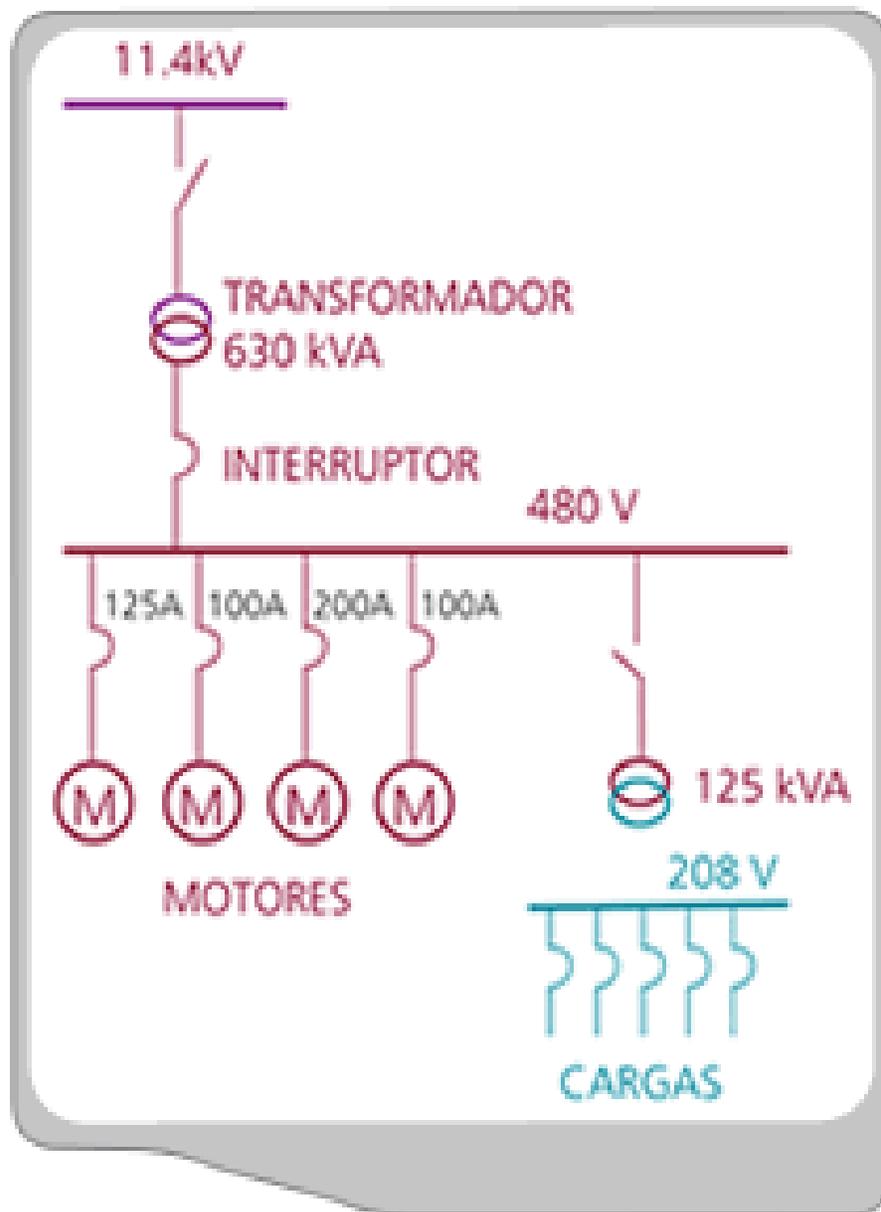


DIAGRAMA UNIFILAR.

DIAGRAMA UNIFILAR.- Los diagramas unifilares representan todas las partes que componen a un sistema de potencia de modo gráfico, completo, tomando en cuenta las conexiones que hay entre ellos, para lograr así una visualización completa del sistema de la forma más sencilla.

El propósito de un diagrama unifilar es el de suministrar en forma concisa información significativa acerca del sistema.



DEFINICION DE CIRCUITOS.

CIRCUITO DERIVADO

En una instalación de utilización, es el conjunto de los conductores y demás elementos de cada uno de los circuitos que se extienden desde los últimos dispositivos de protección contra sobre corriente en donde termina el circuito alimentador, hasta las salidas de las cargas.

Los circuitos derivados se clasifican de acuerdo con la capacidad o ajuste de su dispositivo de protección contra sobre corriente, el cual determina la capacidad nominal del circuito. Aunque por alguna razón, se usara conductores de una mayor capacidad.

En casa habitación y hoteles, los circuitos derivados que alimentan varias cargas pueden ser de 15 y 20 amperes. Se recomienda que los circuitos que alimentan cargas de alumbrado no sean los mismos que alimentan aparatos que tomen más de amperes como planchas, parrillas refrigeradores, lavadoras, etc.

CIRCUITO ALIMENTADOR.- ARTÍCULO 215 – ALIMENTADORES

215-1. ALCANCE. Este Artículo cubre los requisitos de instalación, de la capacidad de conducción de corriente y tamaño nominal mínimo de los conductores, para los alimentadores que suministran energía a las cargas de los circuitos derivados, calculadas según el Artículo 220.

EXCEPCIÓN: Alimentadores de celdas electrolíticas de los que trata la Sección 668-3(c), Excepciones 1 y 4.

215-2. CAPACIDAD NOMINAL Y TAMAÑO NOMINAL MÍNIMOS DEL CONDUCTOR.

Los conductores de los alimentadores deben tener una capacidad de conducción de corriente no-inferior a la necesaria para suministrar energía a las cargas calculadas de acuerdo a las partes B, C y D del

ARTÍCULO 220. EL TAMAÑO NOMINAL MÍNIMO DEL CONDUCTOR DEBE SER EL ESPECIFICADO EN LOS SIGUIENTES APARTADOS (A) Y (B) EN LAS CONDICIONES ESTIPULADAS. Los conductores alimentadores de una unidad de vivienda o de una casa móvil, no tienen que ser de mayor tamaño que los conductores de entrada de la acometida. Se permitirá utilizar lo indicado en el Artículo 310, Nota 3, y en las Notas a la capacidad de conducción de corriente de las Tablas de 0 a 2000 V para calcular el tamaño nominal de los conductores.

A) PARA CIRCUITOS ESPECIFICADOS. La capacidad de conducción de corriente de los conductores del alimentador no debe ser inferior a 30 A, cuando la carga alimentada consista en alguno de los siguientes tipos de circuitos: (1) dos o más circuitos derivados de dos conductores conectados a un alimentador de dos conductores (2) más de dos circuitos derivados de dos conductores, conectados a un alimentador de tres conductores, (3) dos o más circuitos derivados de tres conductores conectados a un alimentador de tres conductores (4) dos o más circuitos derivados de cuatro conductores conectados a un alimentador de tres fases, cuatro conductores.

B) CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE DE LOS CONDUCTORES DE ENTRADA DE LA ACOMETIDA. La capacidad de conducción de corriente de los conductores del alimentador no deberá ser inferior a la de los conductores de entrada de acometida cuando los conductores del alimentador transporten el total de la carga alimentada por los conductores entrada de acometida con una intensidad máxima de 55 A o menos.

NOTA 1: Los conductores de alimentadores, tal como están definidos en el Artículo 100, con un tamaño nominal que evite una caída de tensión eléctrica superior a 3% en la toma de corriente eléctrica más lejana para fuerza, calefacción, alumbrado o cualquier combinación de ellas, y en los que la caída máxima de tensión eléctrica sumada de los circuitos alimentadores y derivados hasta la salida más lejana no supere 5%, ofrecen una eficacia de funcionamiento razonable.

NOTA 2: Para la caída de tensión eléctrica de los conductores de los circuitos derivados, véase 210-19(a).

215-3. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE. Los alimentadores deben estar protegidos contra sobrecorriente según lo establecido en la parte A del Artículo 240.

215-4. ALIMENTADORES CON NEUTRO COMÚN

A) ALIMENTADORES CON NEUTRO COMÚN. Se permite que los alimentadores que contengan un neutro común suministren energía a dos o tres grupos de alimentadores de tres conductores o dos grupos de alimentadores de cuatro o cinco conductores.

B) EN CANALIZACIONES O ENVOLVENTES METÁLICOS. Cuando estén instalados en una canalización u otra envolvente metálica, todos los conductores del total de alimentadores con un neutro común deberán estar encerrados en la misma canalización o envolvente, como se exige en 300-20.

215-5. DIAGRAMAS DE LOS ALIMENTADORES. Antes de la instalación de los alimentadores se deberá elaborar un diagrama que muestre los detalles de dichos circuitos. Dicho diagrama debe mostrar la superficie en metros cuadrados del edificio u otra estructura alimentada por cada alimentador; la carga total conectada antes de aplicar factores de demanda; los factores de demanda aplicados; la carga calculada

después de aplicar los factores de demanda; y el tipo, tamaño nominal y longitud de los conductores utilizados y de las canalizaciones. Además deberá mostrar la capacidad nominal o ajuste y la corriente de interrupción mínima requerida de los dispositivos de protección contra sobrecorriente requeridos.

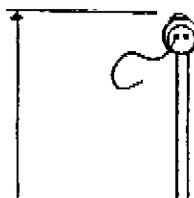
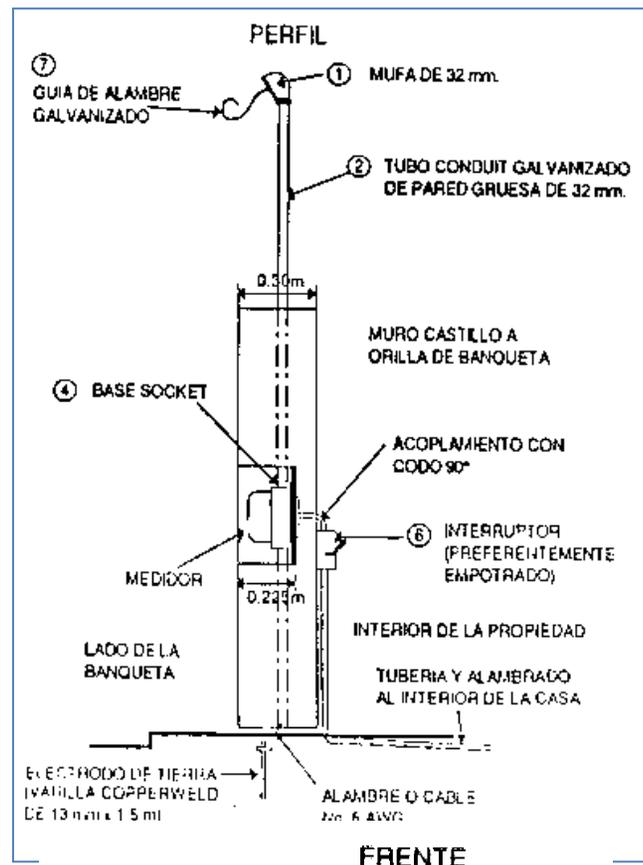
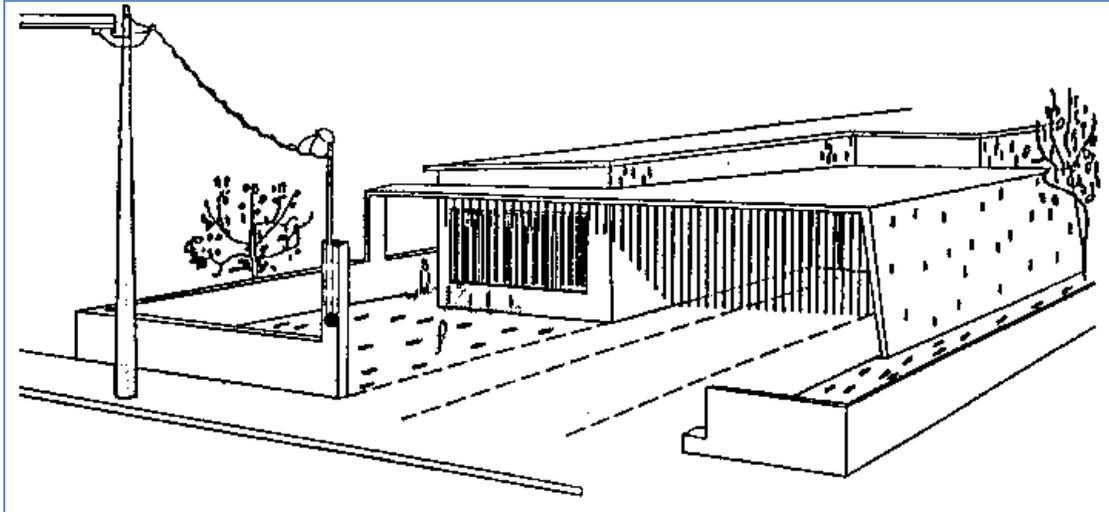
215-6. MEDIOS DE PUESTA A TIERRA DE LOS CONDUCTORES. Cuando un alimentador suministre energía a circuitos derivados que requieran conductores de puesta a tierra de equipo, el alimentador deberá incluir o prever un medio de puesta a tierra según lo establecido en 250-57, al que se deben conectar los conductores de puesta a tierra del equipo de los circuitos derivados.

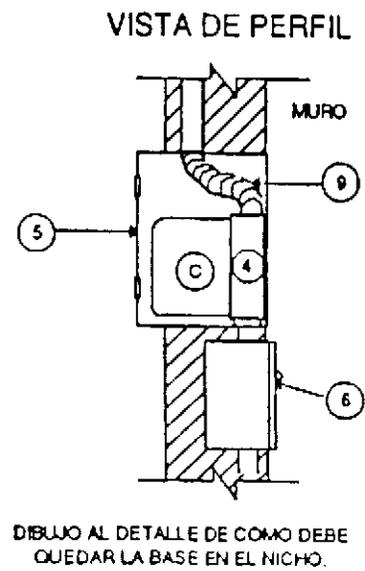
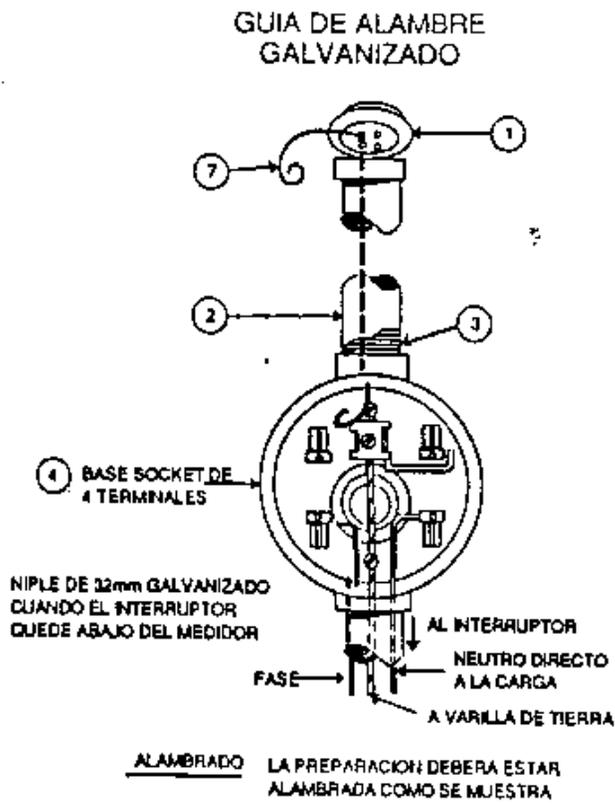
215-7. CONDUCTORES DE FASE DERIVADOS DE SISTEMAS PUESTOS A TIERRA. Se permite derivar circuitos de c.c. bipolares y de c.a. de dos o más conductores de fase, derivados de los conductores no-puestos a tierra de circuitos que tengan un conductor neutro puesto a tierra. Los dispositivos de desconexión de cada derivación deben tener un polo en cada conductor de fase.

215-8. MEDIOS PARA IDENTIFICAR EL CONDUCTOR CON MAYOR TENSIÓN ELÉCTRICA A TIERRA. En circuitos de cuatro conductores, con el secundario conectado en delta en los que el punto medio del devanado de una fase esté puesto a tierra para suministrar energía a cargas de alumbrado y similares, se debe identificar el conductor con mayor tensión eléctrica a tierra mediante un acabado externo de color naranja, una etiqueta u otro medio eficaz. Dicha identificación se debe situar en todos los puntos en los que se haga una conexión, si el conductor puesto a tierra está presente.

SISTEMAS DE ALIMENTACION MONOFASICA

PREPARACION PARA SERVICIO MONOFASICO A DOS HILOS URBANO CASA AL FONDO DEL TERRENO HASTA 5 KW





DISPOSICIONES GENERALES

- LA PREPARACION PARA RECIBIR LA ACOMETIDA DEBERA ESTAR COMO MAXIMO A 50m. DEL POSTE. DESDE EL CUAL SE DARA SERVICIO.

- II. EL SERVICIO SE PROPORCIONARA SIEMPRE AL LIMITE DE LA PROPIEDAD, CON EL MEDIDOR DANDO AL FRENTE A LA CALLE, SIN IMPEDIMENTO FISICO PARA TENER ACCESO EN FORMA PERMANENTE.

- III. EL CABLEADO DEBE SER DIRECTO DE LA RED A LA BASE ENCHUFE SIN EMPALMES NI REGISTROS INTERMEDIOS.

- IV. NO ES ACEPTABLE QUE EL CONDUCTOR DE LA ACOMETIDA CRUCE TERRENOS AJENOS PARA PROPORCIONAR EL SERVICIO.

- V. LA PROPIEDAD DEBERA TENER MARCADO PERMANENTEMENTE EL NUMERO OFICIAL EN UN LUGAR VISIBLE.

EL USUARIO INSTALARA POR SU CUENTA.

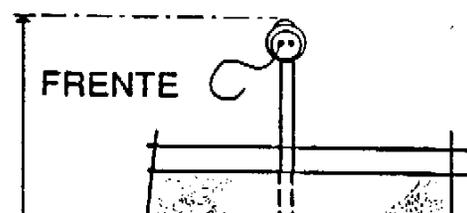
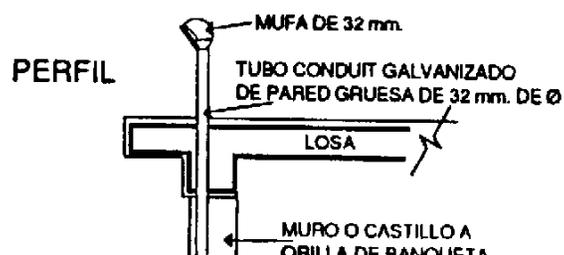
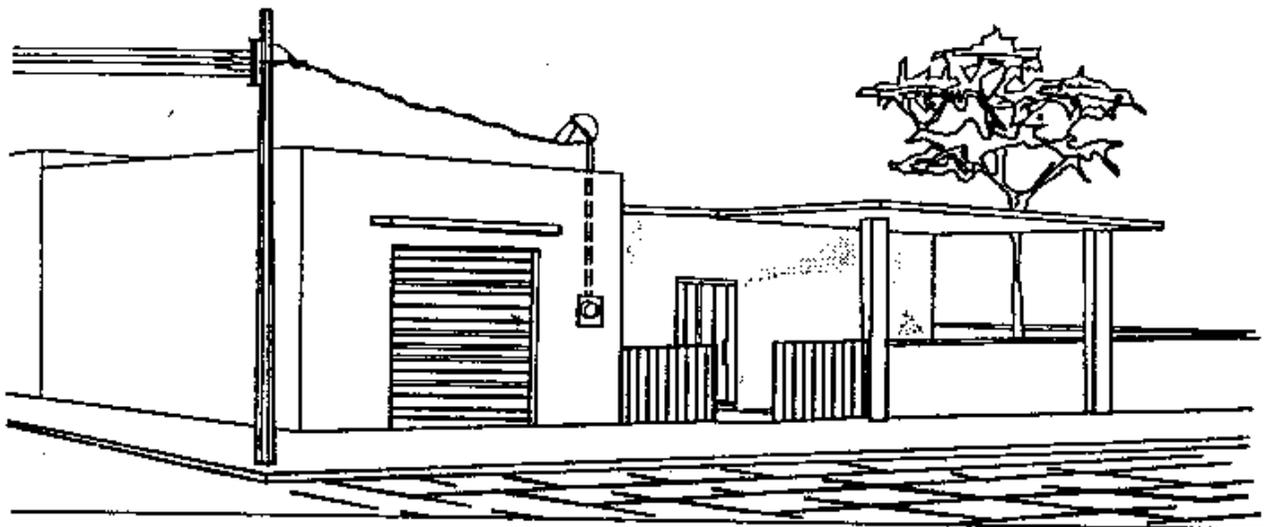
1. Mufa intemperie de 32 mm. (1,1/4').
2. Tubo conduit pared gruesa diámetro de 32 mm. (1,1/4) por 3.0 m. de largo.
3. La rosca del tubo deberá de acopiar se a la base.
4. Base enchufe de 4 terminales, 100 Amp. aérea circular. o cuadrada,
5. Nicho de 30 x 30 x 22.5 cm. con puerta y rejilla opcional de protección.
6. Interruptor termo magnético de un polo de capacidad adecuada, el neutro no debe Interrumpirse.

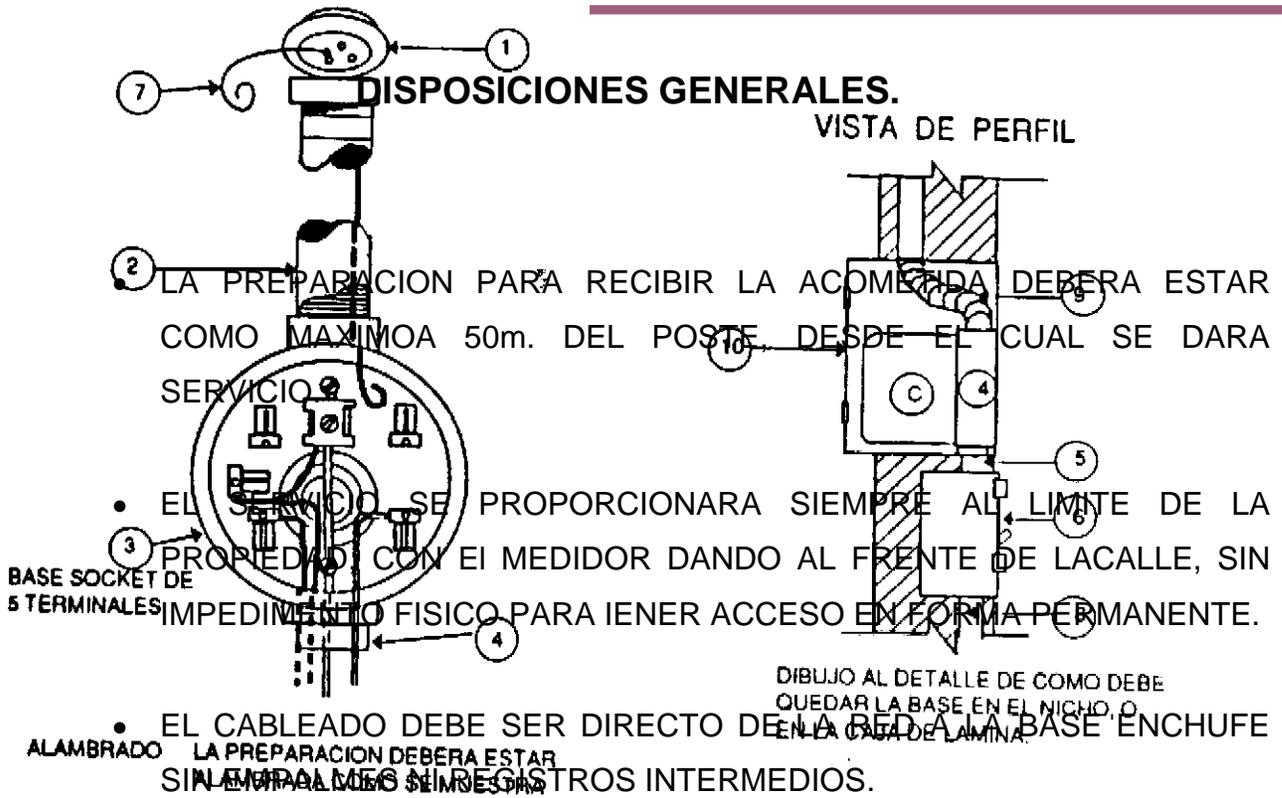
7. Guia de alambre galvanizado en Interior de mufa.
8. Varilla COPPERWELD de 1.5 m. de longitud para tierra o tubo de tierra galvanizado con conector.
9. Tubo flexible galvanizado de 32 mm.

LyFC INSTALARA POR SU CUENTA

- A) Conectores de derivación y empalme aislado o desnudo según se requiera.
- B) Cable múltiple de alumiilnio o cobre para acometida del calibre apropiado según su carga.
- C) Modidor monofásico tipo enchulo.

PREPARACION PARA SERVICIO MONOFASICO A TRES HILOS HASTA 5 KW





- NO ES ACEPTABLE QUE EL CONDUCTOR DE LA ACOMETIDA CRUCE TERRENOS AJENOS PARA PROPORCIONAR EL SERVICIO.
- LA PROPIEDAD DEBERA TENER MARCADO PERMANENTE EL NUMERO OFICIAL EN UN LUGAR VISIBLE.

EL USUARIO INSTALARA POR SU CUENTA:

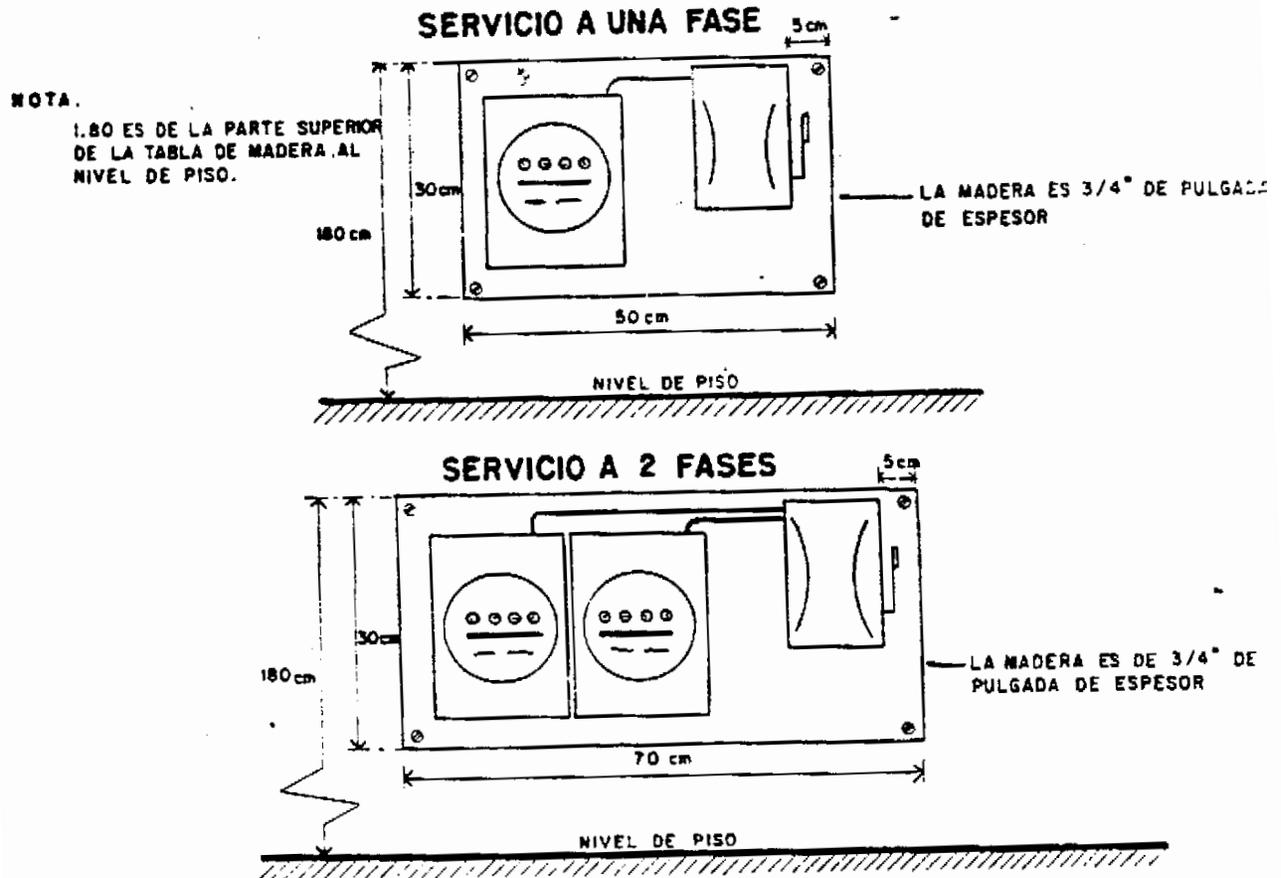
1. Mufa íntemperiede 32mm. (1,1/4”).
2. Tubo Conduit pared gruesa, diámetro da 32 mm. (1,1/4”) por 3m. de longitud.
3. Base enchufe de 5 terminales, 100 amp. circular, o cuadrada.
4. Reducción da 32 mm. (1.114”) a 13 mm. (1/2”).
5. Acoplamiento con nicle de 32 mm. (1,1/4”) entre la base y el interruptor.

6. Interruptor termo magnético de dos polos de la capacidad adecuada a la carga. el neutro no debe interrumpirse.
7. Guía de alambre galvanizado en interior de mufa.
8. Tubo galvanizado de 13 mm. (1/2") para bajante de tierra.
9. Tubo metálico flexible galvanizado do 32 mm. (1,1/4").
10. Caja de lámina galvanizada No. 16 de 30 x 30x 22.5 cm. con rejilla de protección o nicho con puerta.
11. Varilla COPPERWELD de 3.0 m. de longitud para tierra.

LyFC INSTALARA POR SU CUENTA

- A) Conectores de derivación y empalme aislado y desnudo según se requiera.
- 8) Cable múltiplo de aluminio o cobre para la acometida, de calibre adecuado según su carga.
- C) Medidor bifásico tipo enchufe.

DIMENSIONES DEL TABLERO QUE SE DEBE INSTALAR POR PARTE DEL USUARIO



REQUISITOS PARA OBTENER EL SERVICIO

1.-TRAMITAR LA PRESENTE SOLICITUD.

2.-EL SOLICITANTE, DEBERÁ ENTREGAR LA DOCUMENTACION E INFORMACION ADICIONAL NECESARIAS PARA LA ELABORACION DEL PROYECTO Y PRESUPUESTO CORRESPONDIENTES, UNA VEZ QUE EL SUMINISTRADOR LE NOTIFIQUE QUE NO EXISTE IMPEDIMENTO TECNICO.

LOS TIEMPOS DE RESPUESTA DEL SUMINISTRADOR, PREVISTOS EN EL ARTICULO 34 DEL REGLAMENTO DE LA LEY DEL SERVICIO PUBLICO DE ENERGIA ELECTRICA, EN MATERIA DE APORTACIONES, SERÁN EN DIAS HÁBILES Y EMPEZARAN A CONTAR A PARTIR DEL DIA SIGUIENTE A LA FECHA EN QUE EL SUMINISTRADOR ACUSE RECIBO DE LA DOCUMENTACION E INFORMACION SOLICITADA.

3.-PARA SERVICIOS EN ALTA TENSION, A PARTIR DEL INGRESO DE ESL SOLICITUD, SE ESTABLECERÁ UNA ADECUADA COORDINACION ENTRE EL SOLICITANTE Y EL SUMINISTRADOR, PARA PRECISAR LOS REQUERIMIENTOS NECESARIOS DE INFORMACION.

4.-EN SU CASO, CUBRIR LA APORTACION QUE RESULTE A SU CARGO CONFORME A CONVENIO.

5.-CUANDO SEA REQUERIDA, ESTAR TERMINADA LA OBRA ESPECÍFICA Y/O LA MODIFICACION DE LAS INSTALACIONES.

6.-CUANDO EN EL CASO LO AMERITE, ENTREGAR AL SUMINISTRADOR EL ORIGINAL DEL CERTIFICADO EXPEDIDO POR LA UNIDAD VERIFICADORA.

7.-CELEBRAR EL CONTRATO DE SUMINISTRO CORRESPONDIENTE.

RECOMENDACIONES GENERALES.

1.. ANEXAR UNA RELACION DE CARGAS QUE AMPARE LA CARGA POR CONTRATAR, CONSIDERANDO LA CAPACIDAD EXPRESADA EN WATTS DE MOTORES, LAMPARAS, CONTACTOS Y CARGAS ESPECIALES TALES COMO SOLDADORAS, HORNOS Y APARATOS DE RAYOS X, ENTRE OTROS

2.-PARA FACILITAR LA UBICACION DEL LUGAR DONDE SE SOLICITA EL SERVICIO, ANEXAR A ESTA. SOLICITUD UN CROQUIS DE LOCALIZACION

3.-CUANDO SE TRATE DE SERVICIOS EN MEDIA Y ALTA TENSION, EL SUMINISTRADOR PROPORCIONARÁ EL NIVEL DE CORTO CIRCUITO EN EL PUNTO DE SUMINISTRO Y, EN SU OPORTUNIDAD EL SOLICITANTE DEBERÁ PROPORCIONAR MARCA, TIPO Y CAPACIDAD INTERRUPTIVA DEL MEDIO DE PROTECCION Y DESCONEXION A INSTALAR EN LA, SUBESTACION DE SU PROPIEDAD, CON EL FIN DE ASEGURAR LA CORRECTA COORDINACION DE PROTECCIONES ENTRE SUS EQUIPOS Y LOS DEL SUMINISTRADOR.

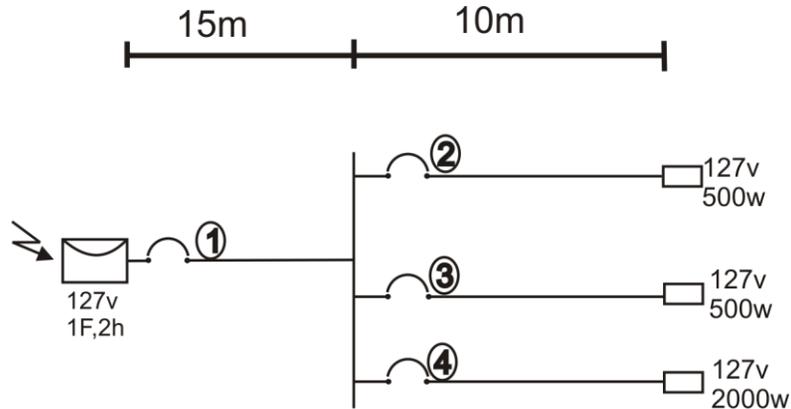
4.-EN SU CASO CONTAR CON LAS AUTORIZACIONES Y PERMISOS EXPEDIDOS POR LAS AUTORIDADES COMPETENTES, TALES COMO LICENCIAS DE CONSTRUCCION, ACUERDOS PUBLICADOS EN GACETA OFICIAL DE LAS ENTIDADES FEDERATIVAS PARA LA AUTORIZACION DE FRACCIONAMIENTOS HABITACIONALES Y PARQUES INDUSTRIALES, ENTRE OTROS.

ATENTAMENTE
LUZ Y FUERZA DEL CENTRO

CÁLCULO Y SELECCIÓN DE CONDUCTORES

Ejemplo de calculo de conductores eléctricos, , canalización, protecciones y conductor de puesta a tierra.

Para el siguiente circuito:



Calcular el calibre del conductor por capacidad de corriente y caída de tensión, la canalización, las protecciones y el hilo de tierra.

PARA TRAMO 1

POR CAPACIDAD DE CORRIENTE

$$P = VI \therefore$$

$$I_2 = \frac{P}{V} = \frac{500w}{127v} = 3.937 A$$

$$I_3 = \frac{P}{V} = \frac{1000w}{127v} = 7.874 A$$

$$I_4 = \frac{P}{V} = \frac{2000w}{127v} = 15.748 A$$

$$I_{TOTAL} = I_2 + I_3 + I_4 = 27.559 A$$

SE RECURRE A LA TABLA 310-16 DE LA NOM-001-SEDE-1999 PARA SELECCIONAR EL CALIBRE DEL CONDUCTOR.

CALIBRE SELECCIONADO
THW 75°C 10 AWG

POR CAIDA DE TENSION

$$e\% = \frac{4LI}{E_n S}$$

Donde: L=longitud de conductor (m)

I=corriente de carga (A)

E_n =tensión de línea a neutro (v)

S=sección transversal del conductor (mm²)

$$e\% = \frac{4 \left(5m \right) \left(7.559 A \right)}{\left(27v \right) \left(.26mm^2 \right)} = 2.47\%$$

CALIBRE SELECCIONADO
THW 75°C 10 AWG

b)CALCULO DE TUBERIA

SE RECURRE A LA TABLA C-1 DE LA NOM-001-SEDE-1999

TUBERIA SELECCIONADA
16 mm

c) CALCULO DE PROTECCION PRINCIPAL.

Para una corriente nominal de 27.559 A los valores comerciales en el mercado para ITM son los siguientes:

15A	50A	150A	300A
20A	70A	175A	400A
30A	100A	200A	500A
40A	125A	225A	600A

INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO SELECCIONADO

30 A

d) CALCULO DE CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA.

EL CALIBRE DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA SE SELECCIONA DE ACUERDO AL INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (ITM), EL CUAL SE OBSERVA EN LA TABLA 250-95 DE LA NOM-001-SEDE-1999

CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA SELECCIONADO

10AWG

PARA TRAMO 2

$$I = 3.937 A$$

**CALIBRE SELECCIONADO
THW 75°C 14 AWG**

POR CAIDA DE TENSION

$$e\% = \frac{4LI}{E_n S} = \frac{4(0m)(3.937A)}{(27v)(0.082mm^2)} = 0.5956$$

$$e\%_1 + e\%_2 = 2.47\% + 0.5956 = 3.065 < 5\%$$

**CALIBRE SELECCIONADO
THW 75°C 14 AWG**

INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO SELECCIONADO

15 A

PARA TRAMO 3

$$I = 7.874 A$$

**CALIBRE SELECCIONADO
THW 75⁰C 14 AWG**

POR CAIDA DE TENSION

$$e\% = \frac{4LI}{E_n S} = \frac{4(0m)(7.874A)}{27v(0.082mm^2)} = 1.1912$$

$$e\%_1 + e\%_2 = 1.1912\% + 2.47\% = 3.661\% < 5\%$$

**CALIBRE SELECCIONADO
THW 75⁰C 14 AWG**

INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO SELECCIONADO

15 A

d) CALCULO DE CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA.

CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA SELECCIONADO

14 AWG

PARA TRAMO 4

$$I = 15.748 A$$

~~CALIBRE SELECCIONADO
THW 75⁰C 14 AWG~~

NOTA: LA NOM-001-SEDE-1996 MARCA EN LA TABLA 310-16 QUE PARA CONDUCTORES DE CALIBRE 14 AWG, LA PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE NO DEBERA SUPERAR DE 15 A; POR ESTE MOTIVO SE CANCELA ESTE CALIBRE Y SE PASA AL INMEDIATO SUPERIOR.

**CALIBRE SELECCIONADO
THW 75⁰C 12 AWG**

POR CAIDA DE TENSION

$$e\% = \frac{4LI}{E_n S} = \frac{4(0m)(5.748A)}{(27v)(.307mm^2)} = 2.38$$

$$e\%_1 + e\%_2 = 2.38\% + 1.499 = 3.879 < 5\%$$

**CALIBRE SELECCIONADO
THW 75⁰C 12 AWG**

INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO SELECCIONADO

20 A

d)CALCULO DE CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA.

CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA SELECCIONADO

12 AWG

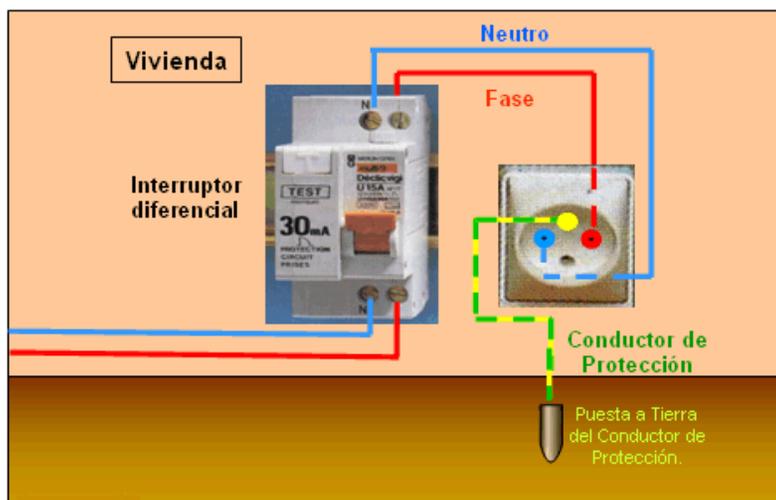
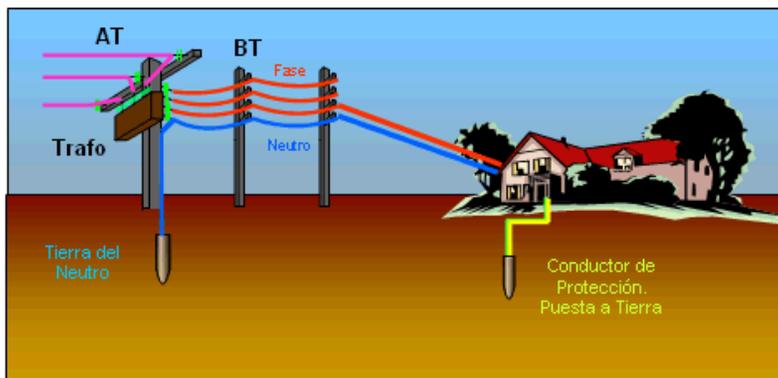
SISTEMA BASICO DE TIERRA EN INSTALACIONES RESIDENCIALES.

ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA.- Comúnmente es varilla COPERWELD de 3 m de largo y 16 mm de diámetro o 19 mm dependiendo de la dureza del terreno, es varilla de acero cubierto con una película de cobre, ver sección 250 de la NOM-001-SEDE-1999.

CONECTOR.- Puede ser soldable o mecánico atornillable: Las marcas comerciales para conectores KADWELD

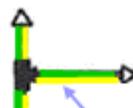
Puesta a Tierra en las Instalaciones Eléctricas

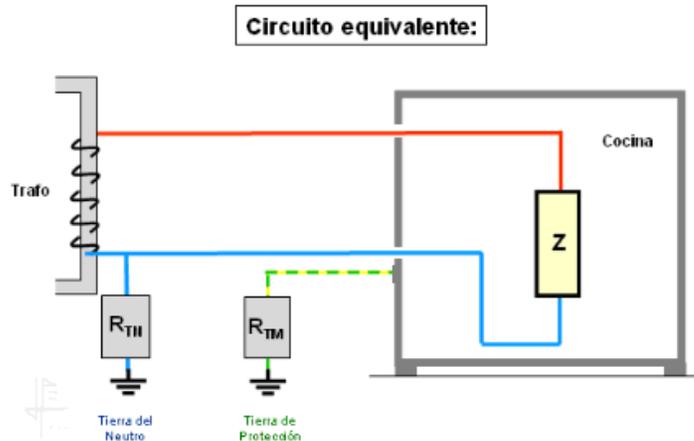
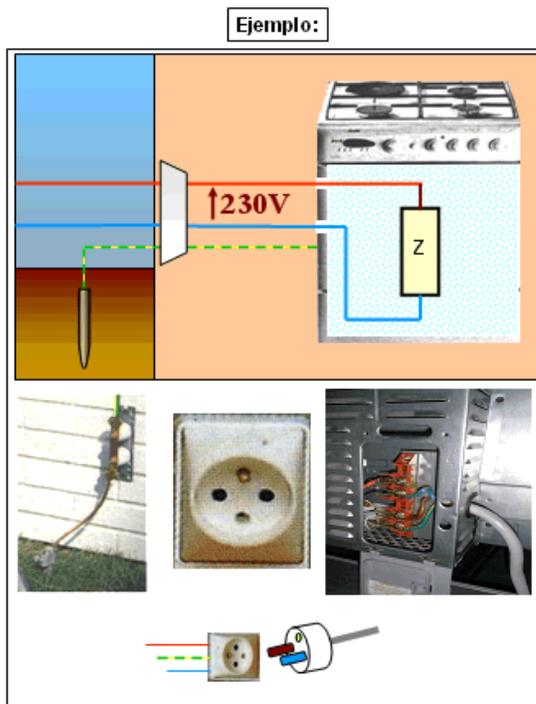
Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.



Partes de una Puesta a Tierra

Conductores de Protección





CRITERIO PARA LA ELABORACION DE PROYECTO ELECTRICO RESIDENCIAL.

INTRODUCCION.-

El punto inicial o de partida para poder efectuar el proyecto o cálculo de una instalación eléctrica residencial, lo es el plano arquitectónico de planta. Este plano debe contener toda la información y dimensiones necesarias para poder lograr un buen proyecto así, todas las áreas de que consta una casa habitación, deberán aparecer indicando sus dimensiones y su localización.

Ahora bien, cada una de éstas áreas tiene una serie de necesidades desde el punto de vista eléctrico, que deben ser satisfechas considerando tanto las posibilidades económicas del usuario, como los requerimientos específicos del diseño mismo.

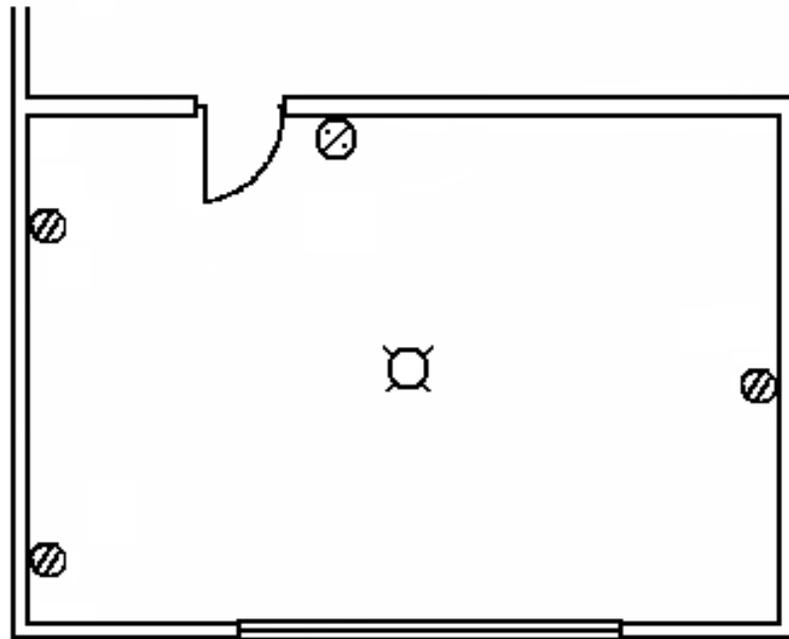
Como guía a continuación se enlistan algunas e las diferentes áreas de que puede constar una casa habitación, mencionando los requerimientos mínimo de cada una de ellas.

COCINA.- Se requiere generalmente alumbrado incandescente, u se deben considerar salidas para contactos para aparatos tales como: tostador, licuadora, batidora, etc.

RECAMARAS.- Lámparas, radios, aspiradora, etc.



ALUMBRADO RECAMARA



BAÑOS.- En los baños, se puede tener alumbrado combinado, es decir, con lámparas incandescentes y fluorescentes, se deben considerar contactos para rasuradoras, secadoras y tenazas de peinado, etc.

SALA Y COMEDOR.- Se requieren salidas para alumbrado incandescente y contactos para televisores, lámparas, radios, aspiradora, etc.

ESTANCIA Y PASILLOS.- Se requieren salidas para alumbrado incandescente y contactos para: aspiradora, lava pisos, etc.

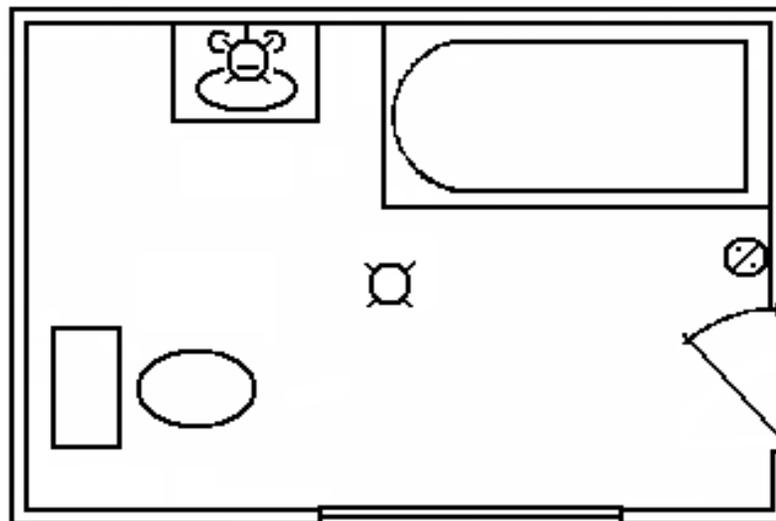
PATIOS Y JARDINES.- Se debe instalar alumbrado exterior, con doble control (interno y externo) y contactos para podadora de césped, taladro, etc. Se puede disponer también, de salidas especiales para bombas de agua y spots de alumbrado.

Todos estos elementos deben quedar marcados en el plano arquitectónico, y esto nos servirá de base para el proyecto de la instalación.

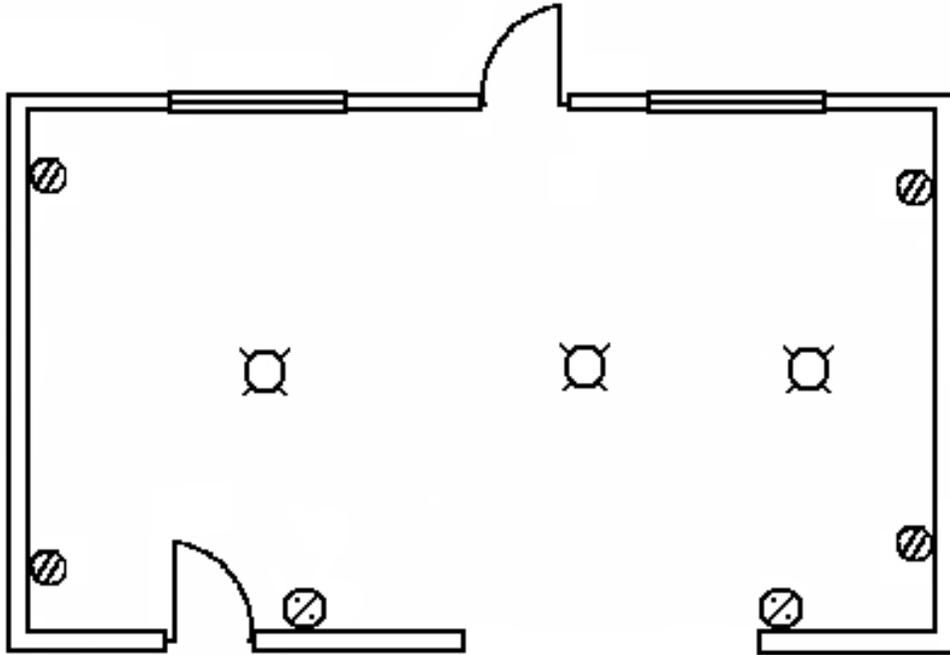
Ya se mencionaron algunas de las diferentes cargas que pueden ser conectadas, y y para poder estimar la capacidad de corriente que deben tener los conductores que alimentan dichas cargas, es necesario conocer la potencia de las mismas

APARATO	POTENCIA EN WATTS
ASPIRADORA	500-1 000
BATIDORA	100
CUCHILLO ELECTRICO	150
EXTRACTOR DE JUGOS	300
LAVADORA E ROPA	800-1 000
LAVAPISOS	500
LICUADORA	500
MAQUINA DE COSER	150
PLANCHA	800
RADIO	100
RASURADORA	20
REFRIGERADOR	1 000
RELOJ ELÉCTRICO	5
SECADOR DE PELO	500-1 000
TELEVISOR	400-1 000
TOSTADOR DE PAN	1 200
VIDEOCASETERA	40

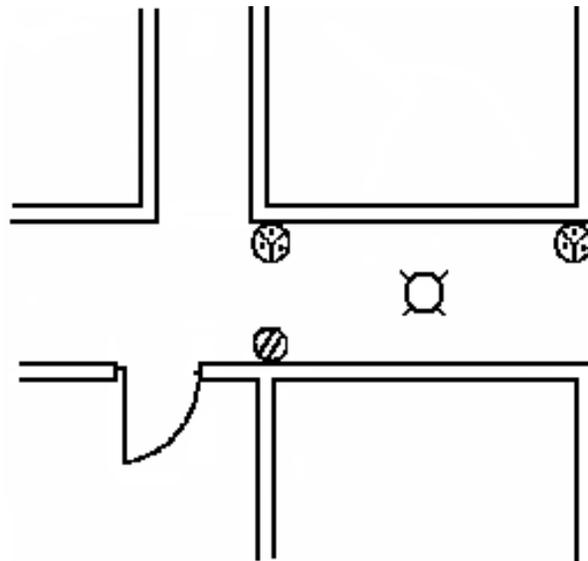
ALUMBRADO BAÑO



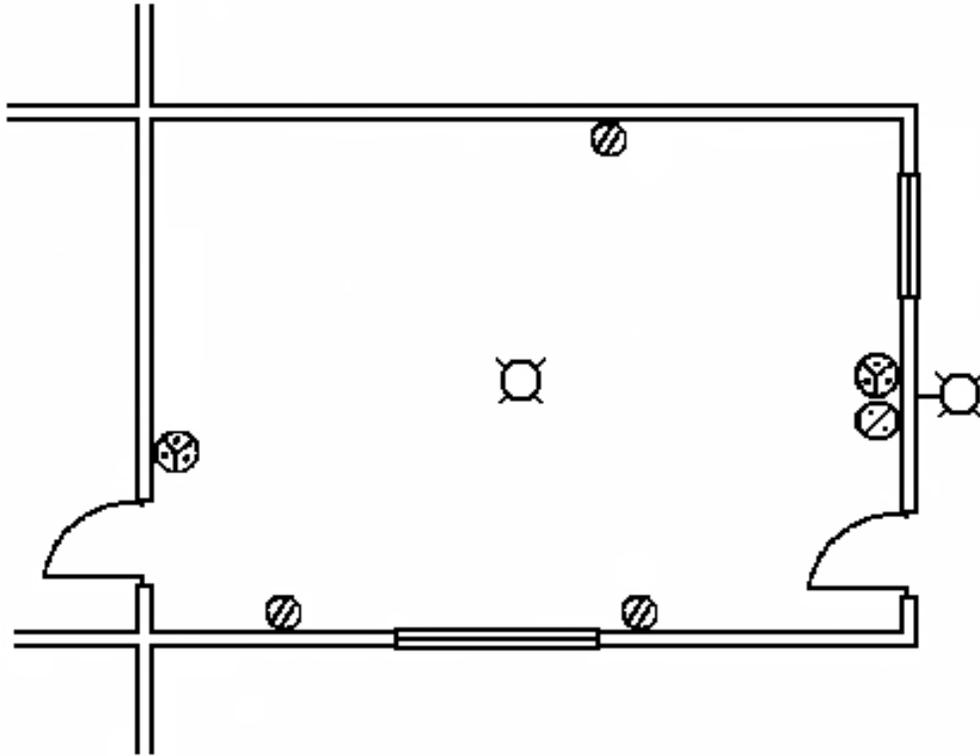
ALUMBRADO SALA Y COMEDOR.



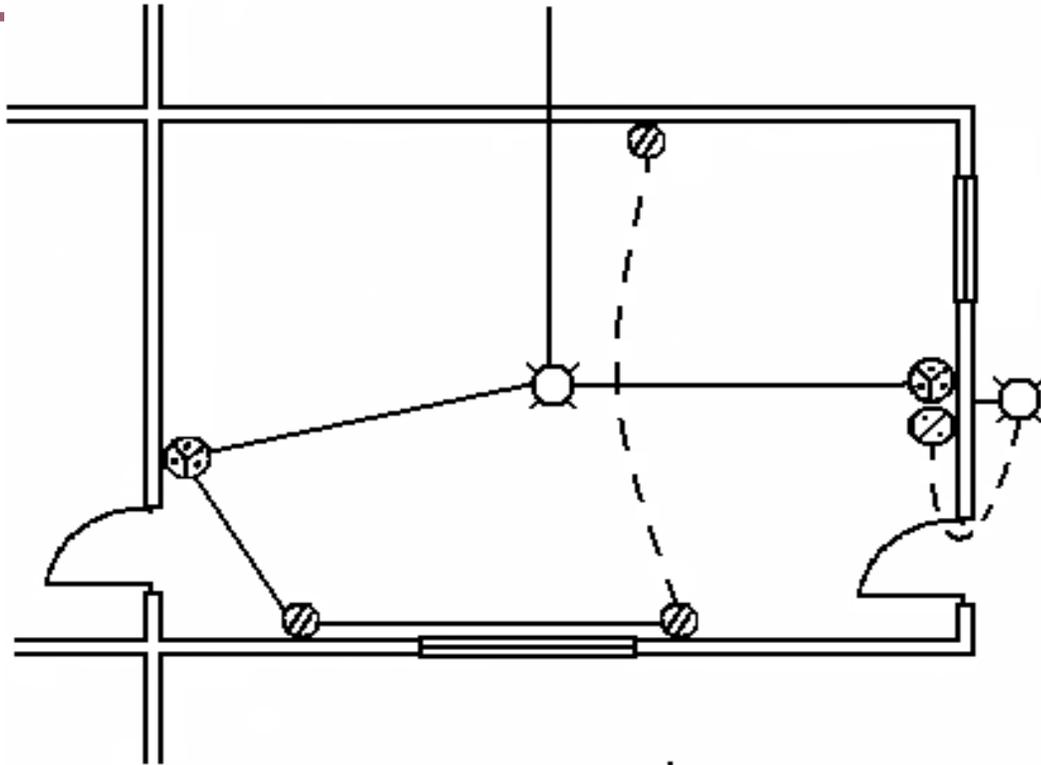
ALUMBRADO PASILLO.



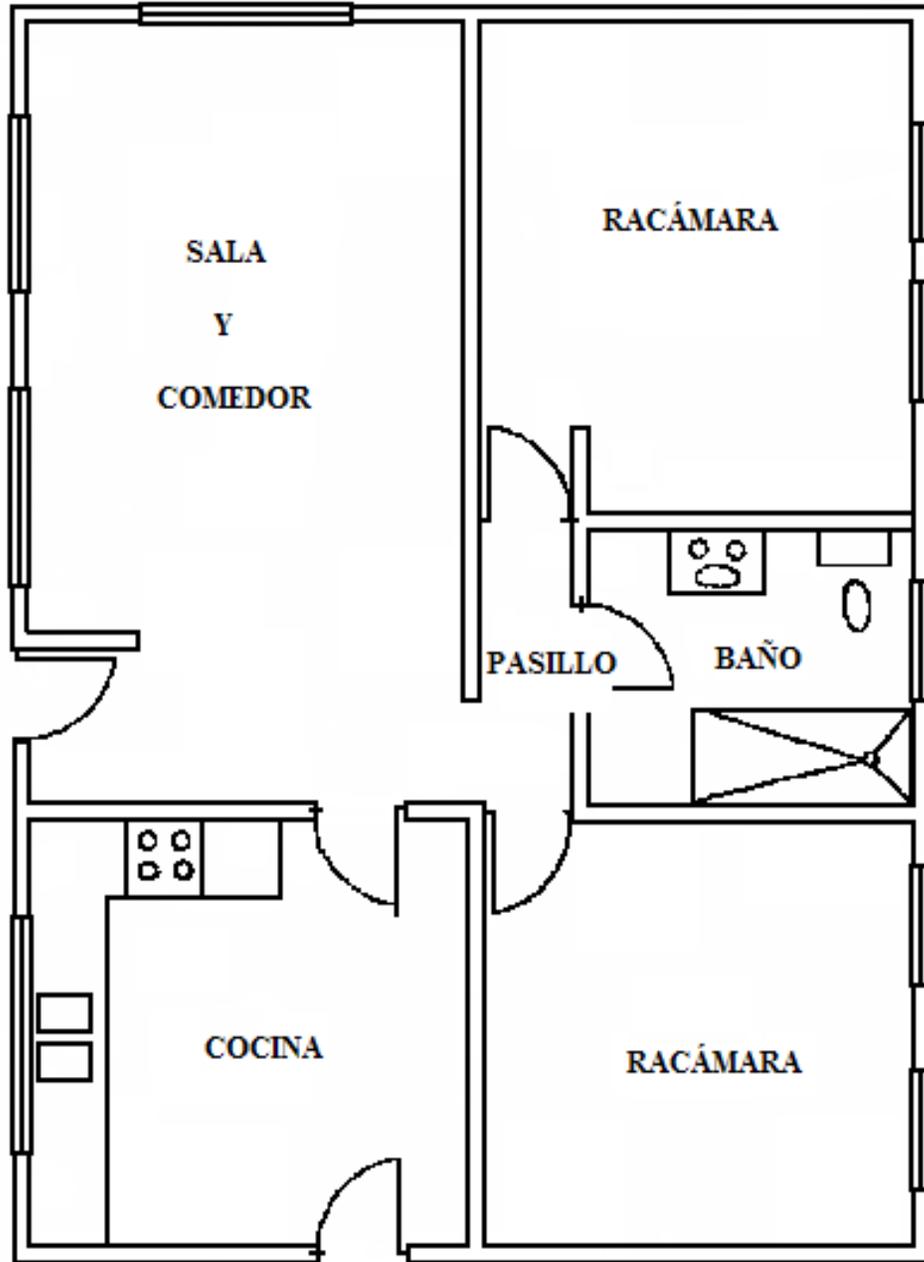
SALIDAS DE ALUMBRADO.



TRAYECTORIA DEL TUBO.



PLANO ARQUITECTONICO.



ALUMBRADO CASA-HABITACION.

