



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Aragón

**“REESTRUCTURACIÓN DE LA INSTALACIÓN
ELÉCTRICA EN UNA CASA HABITACIÓN, DE
ACUERDO A LA NORMA NOM-001-SEDE-1999
Y MEMORIA DE CÁLCULO”**

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el Título de
Ingeniero Mecánico Electricista

Área: Eléctrica y Electrónica

P r e s e n t a :
Carlos Alberto Morales Herrera

Asesor: Ing. Enrique García Guzmán



FES Aragón

MÉXICO

2007



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberles dado la vida a dos personas, a las cuales quiero, respeto y les tengo una profunda admiración, son dos personas que me dieron la vida, me dieron las bases para mi formación espiritual, personal y profesional, me dieron todo su apoyo incondicional para poder llegar a la culminación de toda una vida estudiantil, que sin la ayuda de ellos esto no hubiera sido posible, por todos estos detalles y muchos más les agradezco a mis Papás todo su amor y toda su comprensión. **GRACIAS PAPÁS!!!!**

Así mismo les agradezco a mis hermanas por toda esa ayuda incomparable que me brindaron en todo momento de mi vida, por todo ese apoyo que obtuve a lo largo de mi carrera, del cual lo único que puedo hacer es agradecerles toda la vida. **GRACIAS HERMANITAS LAS QUIERO MUCHO!!!!**

De la misma forma agradezco a todos mis familiares y amigos por haberme ayudado en todo momento. Así como también agradezco a mi novia por darme su comprensión y su amor bajo cualquier circunstancia. A todos y cada uno de ellos les agradezco el apoyo.

MUCHAS GRACIAS!!!!

ATTE. CARLOS ALBERTO MORALES HERRERA

Í N D I C E

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO	2
 CAPÍTULO I GENERALIDADES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	
I.1.- Definición de instalación eléctrica	3
I.2.- Elementos que constituyen las instalaciones eléctricas	3
I.2.1.- Tuberías y canalizaciones	3
I.2.2.- Tuberías de uso común	3
I.2.3.- Cajas de conexión	4
I.2.4.- Conductores eléctricos	6
I.2.5.- Accesorios de control y protección	13
I.3.- Tipos de instalaciones eléctricas	13
I.3.1.- Totalmente visibles	13
I.3.2.- Visibles entubadas	13
I.3.3.- Temporales	14
I.3.4.- Provisionales	14
I.3.5.- Parcialmente ocultas	14
I.3.6.- Totalmente oculta	14
I.3.7.- A prueba de explosión	14
I.4.- Alumbrado	14
I.4.1.- Iluminación	15
I.4.2.- Tipos de lámparas	17
I.5.- Símbolos eléctricos	20
 CAPÍTULO II NORMALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN UNA CASA HABITACIÓN	
II.1.- NOM – 001 – SEDE – 1999	22
II.1.1.- Introducción	22
II.1.2.- Objetivo	22
II.1.3.- Aplicación en la instalación eléctrica de una casa habitación	23
Disposiciones generales	23
Alambrado y protección	25
Métodos de alambrado y materiales	47
Equipos de uso general	53

CAPÍTULO III APLICACIÓN DE LAS NORMAS Y MEMORIA DE CÁLCULO PARA LA REESTRUCTURACIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN UNA CASA HABITACIÓN

III.1.- Reestructuración de la instalación eléctrica de una casa habitación	58
III.1.1.- Observación y análisis de la instalación eléctrica anterior	58
III.1.2.- Reestructuración de la instalación eléctrica de acuerdo a la NOM-001-SEDE-1999	59
III.2.- Memoria de cálculo para la reestructuración	66
III.2.1.- Cálculo de conductores eléctricos	66
III.2.1.1.- Cálculo por el método de corriente eléctrica	67
III.2.1.2.- Cálculo por el método de caída de tensión	69
III.2.2.- Sistema de tierra física	70
III.3.- Costo – Durabilidad	71
III.3.1.- Ahorro de energía	72
CONCLUSIONES	75
ANEXOS	
➤ Tablas	76
BIBLIOGRAFÍA	80

INTRODUCCIÓN

Como hemos vistos desde mucho tiempo atrás la energía eléctrica es un elemento importante en la vida del ser humano, es un elemento que le ha ayudado ha evolucionar en su trabajo, en su hogar y en cuanto a su comodidad, por tanto se ha convertido en una herramienta importante para él, por estas razones es de vital importancia tener una buena instalación eléctrica en el hogar, como se muestra en el capítulo II, en el cual tenemos que apegarnos a una serie de normas, así nosotros podemos seguir conservando esa comodidad y tranquilidad para el correcto funcionamiento de nuestros equipos eléctricos y para nuestra propia seguridad.

Al tener una instalación adecuada podremos contribuir al ahorro de energía, ya que esta es un producto caro en cuanto a su generación y transportación, por lo que tenemos que ver la forma de cómo poder aprovecharla y no desperdiciarla con una luminaria o algún aparato eléctrico o electrodoméstico encendido sin razón, ya que esto también se vera reflejado en el ahorro en la economía familiar. Tal como lo veremos en el capítulo III, en donde hacemos una comparación en cuanto a costo-durabilidad de las lámparas y el ahorro de energía, para darnos cuenta de los beneficios obtenidos.

OBJETIVO

Realizar la correcta instalación eléctrica de una casa habitación, en base a las normas de seguridad para una mejor protección de los usuarios, la cual debe ser prevista desde todos los puntos de vista posibles, sin olvidar los aspectos económicos y de calidad en cuanto a materiales, ahorro de energía y equipo utilizado, para tener la mayor eficiencia posible en toda nuestra instalación. Así como también hacer una buena distribución de elementos de iluminación, contactos y apagadores, para facilitar el mantenimiento de dichos equipos.

C A P I T U L O I

I.1.- Definición de instalación eléctrica

Se entiende por instalación eléctrica, al conjunto de tuberías cónduit o tuberías y canalizaciones de otro tipo y forma, cajas de conexión, registros, elementos de unión entre tuberías, y entre las tuberías y las cajas de conexión y los registros, conductores eléctricos accesorios de control y protección, etc. Necesarios para conectar o interconectar una o varias fuentes o tomas de energía eléctrica con los receptores.

Los receptores de energía eléctrica son muy variados, que tratando de englobarlos de forma rápida y sencilla, se pueden mencionar los siguientes:

Todos los tipos de lámparas o luminarias, radios, televisores, refrigeradores, licuadoras, extractores, tostadores, aspiradoras, planchas, etc. Es decir, todos los aparatos y equipos electrodomésticos, de oficinas, de comercios, aparatos y equipos de calefacción, de intercomunicación, señales luminosas, señales audibles, elevadores, montacargas, motores y equipos eléctricos en general.

I.2.- Elementos que constituyen las instalaciones eléctricas

I.2.1.- Tuberías y canalizaciones

Estos dos términos incluyen a todos los tipos de tuberías, ductos, charolas, trincheras, etc., que se utilizan para introducir, colocar o simplemente apoyar los conductores eléctricos, para protegerlos contra esfuerzos mecánicos y medios ambientes desfavorables como son: húmedos, corrosivos, oxidantes, explosivos, etc.

I.2.2.- Tuberías de uso común

1.- Tubo cónduit flexible de PVC, conocido generalmente como tubo cónduit

plástico no rígido o también como manguera naranja. Es resistente a la corrosión, muy flexible, ligero, fácil de transportar, cortar, mínima resistencia mecánica al aplastamiento y a la penetración. Para cambios a 90° se dispone de codos (Figura 1.1) y para unir dos tramos de tubo se cuenta con coples (figura 1.2), ambos del mismo material y de todas las medidas.



Fig. 1.1.- Codo para cambios a 90°.



Fig. 1.2.- Coples para uniones de tubos.

Generalmente se usa en instalaciones en las que de preferencia la tubería debe de ir ahogada en el piso, muros, losas, castillos, columnas, traves, etc.

2.- Tubo cónduit flexible de acero, fabricado a base de cintas de acero galvanizado y unidas entre sí en forma helicoidal.

Por su consistencia mecánica y su notable flexibilidad, proporcionada por los anillos de acero en forma helicoidal, se utiliza en la conexión de motores eléctricos y en forma visible para amortiguar las vibraciones evitando se transmitan a las cajas de conexión y estas a las canalizaciones. Se sujetan sus extremos a las cajas de conexión y a las tapas de conexión de los motores, por medio de juegos de conectores rectos y curvos según se requiera.

3.- *Tubo conduit de acero esmaltado,*

a) *Pared delgada*, tiene demasiada delgada su pared, lo que impide se le pueda hacer cuerda, la unión de tubo a tubo se realiza por medio de coples sin cuerda interior que son sujetados solamente a presión, la unión de los tubos a las cajas de conexión se hace con juegos de conectores.

b) *Pared gruesa*, su pared es lo suficientemente gruesa, trae de fabrica cuerda en ambos extremos y puede hacerse en obra cuando así lo requiera, como la unión de tubo a tubo es con coples de cuerda interior y la unión de los tubos a las cajas de conexión es con juegos de contras y monitores, la continuidad mecánica de las canalizaciones es 100% efectiva.

En ambas presentaciones se usan en lugares, que no se expongan altas temperaturas, humedad permanente, elementos oxidantes, corrosivos, etc.

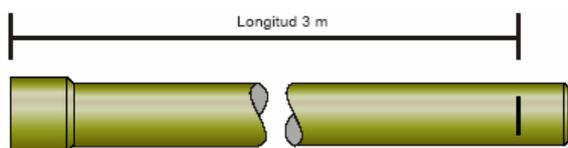


Fig.1.3.- Tubo conduit de acero esmaltado pared delgada.

4.- *Tubo conduit de acero galvanizado,*

a) *Pared delgada*

b) *Pared gruesa*

En sus presentaciones de pared delgada y pared gruesa, reúne las mismas características del tubo conduit de hacer esmaltado, en cuanto a espesor de paredes, formas de unión y sujeción.

El galvanizado es por IMERSIÓN, que le proporciona la protección necesaria par poder ser instalados en lugares o locales expuestos a la humedad permanente, en locales con ambientes oxidantes o corrosivos, en contacto con aceites lubricantes, gasolina, solventes, etc.

5.- *Ducto cuadrado*, este se fabrica para armarse por piezas como tramos rectos, codos “T”, adaptadores, cruces reductores, colgadores, etc.

Se utilizan como cabezales en grandes concentraciones de medidores e interruptores, como en instalaciones eléctricas de departamentos, de comercios o de oficinas. También se usan con bastante frecuencia en instalaciones eléctricas industriales, en las que el número y el calibre de los conductores son de consideración.

6.- *Tubo conduit de asbesto – cemento clase A – 3 y clase A – 5*, este tipo de tubería generalmente se usa en redes subterráneas, en acometidas de las compañías suministradoras del servicio eléctrico a las subestaciones eléctricas de las edificaciones.

7.- *Tuberías de albañal*, el uso de este tipo de tuberías en las instalaciones eléctricas es mínimo, prácticamente sujeto a condiciones provisionales. Se le utiliza principalmente en obras en proceso de construcción, procurando dar protección a conductores eléctricos (alimentadores generales, extensiones, etc.), para dentro de lo posible evitar que los aislamientos permanezcan en contacto directo con la humedad, con los demás materiales de la obra negra que puedan ocasionarle daño como el cemento, cal, grava, arena o varillas.

I.2.3.- Cajas de conexión

Esta designación incluye además de las cajas de conexión fabricadas exclusivamente para las instalaciones eléctricas, algunas para instalaciones de teléfonos y los conocidos registros construidos en el piso.

Entre las cajas de conexión exclusivas para instalaciones eléctricas, podemos mencionar las siguientes:

- Cajas de conexión negras o de acero esmaltado.
- Cajas de conexión galvanizadas

- Cajas de conexión de PVC, conocidas como cajas de conexión plástica

1.- Cajas de conexión tipo chalupa, son rectangulares de aproximadamente 6 x 10 cm. de base por 38 mm. de profundidad.

Se usa para instalarse en ellas apagadores, contactos, botones de timbre, etc. Cuando el número de estos dispositivos intercambiables o una mezcla de ellos no exceda de tres, aunque se recomienda instalar solo dos, para facilitar su conexión y reposición cuando lo requiera.



Fig. 1.4.- Caja de conexión Rectangular tipo Chalupa.

Estas cajas de conexión, CHALUPA, solo tienen perforaciones para hacer llegar a ellas tuberías de 13 mm. de diámetro, además de ser las únicas que no tienen tapa del mismo material.

2.- Cajas de conexión redondas, son en realidad cajas octogonales, bastante reducidas de dimensiones consecuentemente del área útil interior, de aproximadamente 7.5 cm. de diámetro y 38 mm. de profundidad.

Se fabrica con una perforación por cada dos lados, en el fondo y una que trae la tapa, todas para recibir tuberías de 13 mm. de diámetro. Por sus reducidas dimensiones, son utilizadas generalmente cuando el número de tuberías, de conductores y de empalmes son mínimos, como es el caso de arbotantes en baños o en patios de servicio.

3.- Cajas de conexión cuadradas, se tienen de diferentes medidas y su clasificación es de acuerdo al mayor diámetro del o de los tubos que pueden ser sujetos a ellas, es así como se conocen como cajas de conexión cuadradas de 13, 19, 25, 32 y 38 mm. de diámetro.

a) Cajas de conexión cuadradas de 13 mm. Cajas de 7.5 x 7.5 cm. de la base por 38 mm. de profundidad, con perforaciones tanto en los costados como en el fondo, para sujetar a ellas, únicamente tubos conduit de 13 mm. de diámetro.



Fig. 1.5.- Caja de conexión Cuadrada.

b) Cajas de conexión cuadradas de 19 mm. Tienen 10 x 10 cm. de base por 38 mm. de profundidad, con perforaciones alternas para tuberías de 13 y 19 mm. de diámetro.

c) Cajas de conexión cuadradas de 25 mm. De 12 x 12 cm. de base por 55 mm. de profundidad, con perforaciones alternas para tuberías de 13, 19 y 25 mm. de diámetro

Para tuberías de diámetros mayores, se cuanta con cajas de conexión de 32, 38, 51 mm. de diámetro.

4.- Cajas de conexión tipo conduit, son cajas de conexión especiales, para su cierre hermético se dispone de tapas y empaques especiales para que, al ser instaladas en donde están expuestas a la humedad permanente, a la intemperie o en ambientes oxidantes, inflamables o explosivos; no penetren al interior de las canalizaciones elementos extraños que puedan ocasionar cortos circuitos o explosiones en el peor de los casos.

Este tipo de cajas de conexión tipo conduit, deben acoplarse a tuberías de pared gruesa, ya que tienen cuerdas interiores correspondientes a todas las medidas.

I.2.4.- Conductores eléctricos

Los conductores eléctricos, son aquellos materiales que ofrecen poca oposición o resistencia al paso de la corriente eléctrica por o a través de ellos.

Todos los metales son buenos conductores de la electricidad, sin embargo unos son mejores que otros, es por ello que a continuación, indicaremos solo algunos, nombrándolos en orden decreciente en cuanto a calidad como conductores y haciendo la aclaración correspondiente en cuanto a su empleo.

1.- Plata, es el mejor conductor, pero su uso se ve reducido por su alto costo.

2.- Cobre, después de la plata, el cobre electrolíticamente puro es el mejor conductor eléctrico, se le emplea en más del 90% en la fabricación de conductores eléctricos, porque reúne las condiciones deseadas para tal fin, tales como:

- a) **Alta conductividad**
- b) **Resistencia mecánica**
- c) **Flexibilidad**
- d) **Bajo costo**

Dentro de los mismos conductores de cobre, existen tres tipos, dependiendo su clasificación según su temple:

I.- Conductores de cobre SUAVE o RECOCIDO, por su misma suavidad, tiene baja resistencia mecánica, alta elongación (aumento accidental o terapéutico de la longitud), su conductividad eléctrica es del 100%. Con un aislamiento protector, se utilizan en las instalaciones tipo interior, dentro de ductos, tubos conduit, engrapados sobre muros, etc.

II.- Conductores de cobre SEMIDURO, tiene mayor resistencia mecánica que los conductores de cobre suave o recocido, menor elongación y su conductividad eléctrica es de 96.66% aproximadamente. Sin aislamiento

protector, se usan para líneas de transmisión con distancias intercostales o claros cortos y para redes de distribución, en ambos casos sobre aisladores.

III.- Conductores de cobre DURO, tiene una alta resistencia mecánica, menor elongación que los de cobre semiduro y una conductividad eléctrica no menor de 96.16% y generalmente se utiliza en líneas aéreas.

3.- Oro, después de la plata y el cobre, el oro es el mejor conductor de la electricidad, pero su alto precio adquisitivo limita e inclusive impide su empleo.

4.- Aluminio, es otro buen conductor eléctrico sólo que, por ser menos conductor que el cobre (61% respecto al cobre suave o recocido), para una misma cantidad de corriente se necesita una sección transversal mayor en comparación con conductores de cobre, además tiene la desventaja de ser quebradizo, se usa con regularidad en líneas de transmisión reforzado en su parte central interior con una guía de acero. A mayor sección transversal de los conductores eléctricos es mayor su capacidad de conducción de corriente.

En un principio, todos y cada uno de los fabricantes de conductores eléctricos clasificaban a los mismos con diferentes números, símbolos y nomenclaturas, provocando con ellos confusión entre los trabajadores del ramo, al no saber a ciencia cierta si trabajaban con las mismas secciones transversales al diferir en simbología y número de un fabricante a otro.

Después de un estudio exhaustivo de todos y cada uno de los métodos para diferenciar las áreas transversales (calibres) de los conductores eléctricos y observando la fácil interpretación de la nomenclatura presentada por la compañía "AMERICAN WIRE GAUGE" (A.W.G.), esta fue adoptada por lo que, para los calibres de los conductores eléctricos se les antecede con la leyenda. Calibre # A.W.G. o M.C.M. Las siglas M.C.M. nos están indicando el área

transversal de los conductores eléctricos en “MIL CIRCULAR MILLS”.

Equivalencia en el calibre en A.W.G. o M.C.M. se dice que se tiene un C.M. (Circular Mil) cuando el área transversal tiene un diámetro de una milésima de pulgada.

$$1C.M. = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3.1416(.001)^2}{4} = 785 \times 10^{-9} \text{ pulg}^2$$

$$1 \text{ pulg}^2 = \frac{1}{785 \times 10^{-9}} C.M.$$

$$1 \text{ pulg}^2 = \frac{1}{785} (10)^9 C.M. = 1.27 \times 10^6 C.M.$$

$$1 \text{ pulg}^2 = (25.4 \text{ mm})^2 = 645.16 \text{ mm}^2$$

$$1 \text{ mm}^2 = \frac{1}{645.16} \text{ pulg}^2 = \frac{1.27 \times 10^6}{645.16} C.M.$$

$$1 \text{ mm}^2 = 1970 C.M.$$

Debido al error admisible, para cálculo de los conductores se considera aproximadamente:

$$1 \text{ mm}^2 = 2000 C.M.$$

$$1 \text{ mm}^2 = 2000 \text{ Circular Mil}$$

$$1 \text{ mm}^2 = 2 \text{ Mil Circular Mills (2 M.C.M.)}$$

Conociendo el significado de A.W.G. y la equivalencia entre mm^2 y C.M. nos vamos a la tabla 3.3, en el anexo de tablas, en la cual se establece el diámetro y el área del cobre según el calibre de los conductores eléctricos.

Así mismo en la tabla 3.3, del anexo de tablas, se encuentra el calibre de los conductores de cobre desnudos y con aislamiento de tipo TW, THW, VINANEL 900 y VINANEL-NYLON, pero tomando en consideración que no siempre se tienen las mismas condiciones de trabajo, se necesitan en la mayoría de los casos conductores con aislamiento apropiado para la temperatura, la tensión y demás características según el tipo de trabajo y medio ambiente, por tanto vamos a indicar los tipos de aislamiento más usados, así como sus características y usos.

Antes de mencionar los diferentes tipos de aislamiento es necesario tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

a) Limitación de temperatura, los conductores eléctricos, deben usarse de manera que la temperatura a que se puedan o deban exponer, no dañe su aislamiento.

b) Locales húmedos, en lugares húmedos en donde la acumulación de la humedad dentro de los ductos sea probable, los conductores deben tener aislamiento de hule resistente a la humedad, aislamiento termoplástico resistente a la humedad, forro de plomo o un tipo de aislamiento aprobado para estas condiciones de trabajo.

c) Condiciones impuestas por la corrosión, los conductores expuestos a grasas, aceites, vapores, gases, líquidos u otras sustancias que tengan efecto destructor sobre el aislamiento y el conductor, deben ser de un tipo adecuado para tales condiciones de trabajo y medio ambiente.

Una vez establecidas estas condiciones damos mención a los diferentes tipos de aislamientos.

1.- Alambres y cables con aislamiento tipo TW, conductores de cobre suave o recocido, con aislamiento de cloruro de polivinilo (PVC), por las iniciales TW en inglés, se tiene un aislamiento termoplástico a prueba de humedad. Generalmente se usa en el interior de locales con ambiente húmedo o seco.



Fig. 1.6.- Alambre con aislamiento TW.

Características:

- Tensión nominal 600 volts
- Temperatura máxima 60 °C

- Por su reducido diámetro exterior, ocupan poco espacio en el interior de los ductos.
- El aislamiento, aunque se encuentra firmemente adherido al conductor, se puede desprender con facilidad dejando perfectamente limpio al conductor.
- Este aislamiento no propaga las llamas

Calibres

Del 20 al 6	A.W.G.	Conductor sólido
Del 20 al 16	A.W.G.	Cordón flexible
Del 14 al 4/0	A.W.G.	Conductor cableado

Nota. No usarlo a temperatura ambiente mayor de 35 °C. Para ver su capacidad de corriente en amperes ver la tabla 3.3 del anexo de tablas.

2.- Alambres y cables con aislamiento tipo THW, conductores de cobre suave o recocido, con aislamiento de goma (plastilac), por sus iniciales THW en inglés, se tiene un aislamiento termoplástico resistente al calor y a la humedad. Con este aislamiento, los conductores tienen mayor capacidad de conducción que con TW, ocupan eso sí mayor espacio dentro de los ductos, pero se les considera el mismo si se respeta el factor de relleno, el factor de relleno puede definirse como la relación del área utilizable con respecto al 100% dentro de las canalizaciones. Por lo regular se les emplea en canalizaciones para edificios y en instalaciones con ambientes secos o húmedos.

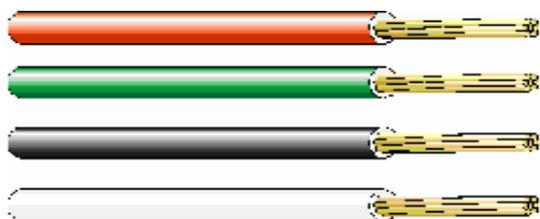


Fig. 1.7.- Cable con aislamiento THW.

Características:

- Tensión nominal 600 volts.
- Temperatura máxima 60 °C

Calibres

Del 20 al 16	A.W.G.	Cordón flexible
Del 20 al 6	A.W.G.	Conductor sólido
Del 14 AWG	al 500 MCM	Conductor cableado

Nota. No usarlo a temperatura ambiente mayor de 40 °C. Para ver su capacidad de corriente en amperes ver la tabla 3.3 del anexo de tablas.

3.- Alambres y cables con aislamiento tipo "VINANEL 900", conductores de cobre suave o recocido, con aislamiento especial de cloruro de polivinilo (PVC), resistente al calor, a la humedad y a los agentes químicos, no propaga las llamas, tiene gran capacidad de conducción de corriente eléctrica con este aislamiento, por tanto se puede ahorrar calibre en muchas ocasiones. Ocupa el mismo espacio que los aislamientos TW y THW dentro de los ductos, además resiste en forma única las sobrecargas continuas. Se usa en industrias, en edificios públicos, en hoteles, bodegas, en fin en instalaciones donde se requiere mayor seguridad.

Características

- Tensión nominal 600 volts
- Su temperatura ambiente es la siguiente:
 - a) 75 °C en ambiente seco o húmedo, para calibres del 6 A.W.G. al 1000 M.C.M.
 - b) 90 °C al aire ó 60 °C en aceite, para calibres del 14 al 8 A.W.G.
- Fácil de introducirse en las canalizaciones porque a la superficie del aislamiento se le da un tratamiento con un compuesto deslizante

Calibres

Del 20 al 12	A.W.G.	Cordón flexible
Del 14 al 8	A.W.G.	Conductor sólido
Del 14 AWG	al 500 MCM	Conductor cableado

Nota. No debe conectarse a temperatura ambiente mayor de 60 °C. Para ver su capacidad

de corriente en amperes, ver la tabla 3.3 del anexo de tablas.

4.- Alambres y cables con aislamiento tipo "VINANEL-NYLON", conductores de cobres suave o recocido con aislamiento formado con dos capas termoplásticas; la primera es de cloruro de polivinilo (PVC) de alta rigidez dieléctrica, gran capacidad térmica y notable flexibilidad, la segunda es de NYLON de alta rigidez dieléctrica y gran resistencia mecánica.

El aislamiento tipo VINANEL-NYLON es resistente a la humedad, el calor, a los agentes químicos, tiene muy bajo coeficiente de fricción, no propaga las llamas, da a los conductores gran capacidad de conducción de corriente, además de ocupar menos espacio con respecto a los aislamiento tipo TW, THW y VINANEL 900 lo que redonda lógicamente, en notable ahorro de grandes diámetros de tuberías.

Los conductores con este tipo de aislamiento tienen una aplicación universal en circuitos de baja tensión, pues aparte de sus singulares características incluye las que corresponden a los conductores eléctricos con aislamientos tipo TW, THW y VINANEL 900, es decir pueden utilizarse como alimentación de secundarios de transformadores a tablero general, alumbrado de tableros de distribución de baja tensión, circuitos de alumbrado y fuerza, acometidas y alambrado interior de maquinaria, conexión de controles y señalización, etc.

Características:

- Tensión nominal 600 volts o menos a régimen permanente
- Su temperatura ambiente es la siguiente:
 - c) 75 °C en locales húmedos o en presencia de hidrocarburos.
 - d) 90 °C en locales secos.
- Es fácil introducirse en las canalizaciones por su bajo coeficiente de fricción.

Calibres

Del 14 al 8	A.W.G.	Alambres
Del 14 al 4/0	A.W.G.	Conductor cableado

Nota. No debe conectarse a temperatura ambiente mayor de 60 °C. Para ver su capacidad de corriente en amperes, ver la tabla 3.3 del anexo de tablas.

5.- Cordón flexible con aislamiento tipo SPT (duplex uso domestico), conductores de cobre suave recocido, con aislamiento de cloruro de polivinilo especialmente flexible por las iniciales SPT, se tiene un par simple termoplástico, no propaga las llamas. Los conductores se mantienen en posición paralela en un mismo plano, por el aislamiento que posee un estrechamiento entre los dos para facilitar su separación.



Fig. 1.8.- Cordón flexible con aislamiento SPT.

Se usa en toda clase de lámparas de pie, radios, televisores, modulares, reproductores de video, etc. Estos conductores tienen el aislamiento con bastante espesor, por tanto buena protección mecánica lo que permite se les emplee para cualquier aparato doméstico portátil.

Características:

- Tensión nominal 300 volts
- Temperatura máxima 60 °C
- Capacidad de conducción a 30 °C de temperatura ambiente

Calibre

Calibre A.W.G.	Capacidad en Amp.
20	3
18	5
16	7

6.- Alambres con aislamiento tipo TWD (duplex), dos conductores de cobre suave o recocido, con aislamiento de cloruro de polivinilo tipo TW con una hendidura en la parte media longitudinal para su fácil separación, este aislamiento no propaga las llamas.

Se usa en instalaciones fijas visibles, directamente sobre muros y en instalaciones provisionales para conectar motores y aparatos pequeños, únicamente debe utilizarse en lugares secos y sólo para circuitos de 20 amperes como máximo.



Fig. 1.9.- Alambre con aislamiento TWD (duplex).

Características:

- Tensión nominal 600 volts
- Temperatura máxima 60 °C, en el conductor y 30 °C en el ambiente

Calibres

Calibre A.W.G.	Capacidad en Amp. (a la intemperie)
20	3
18	5
16	7
14	15
12	20
10	25

7.- Alambre bipolar plano con aislamiento de VINANEL, son dos conductores sólidos de cobre suave con aislamiento de VINANEL 900 resistentes a la humedad, en colores negro y naranja, los conductores están dispuestos paralelamente en un mismo plano y cubierto además mediante una chaqueta común de policloruro de vinilo en color gris, este aislamiento resiste las sobrecargas continuas, no propaga las llamas.

Se usa en instalaciones visibles interiores o exteriores ideales para industrias pequeñas y el hogar donde puede ser usada para alimentar motores monofásicos y aparatos domésticos.

Características:

- Tensión nominal 600 volts

- Temperatura máxima 75 °C en el conductor

Calibres

Calibre A.W.G.	Capacidad en Amp. (a la intemperie)
14	20
12	25
10	40

8.- Cordon flexible FLEXANEL, un solo conductor de cobre suave o recocado, cableado en haz, con lo cual se tiene un conductor extra flexible. El aislamiento es especial de cloruro de polivinilo, resistente al calor, a la humedad, a los aceites, a las grasas y agentes químicos, además no propaga las llamas.



Fig. 1.10.- Cordon flexible.

Generalmente se usa para conexiones internas en aparatos industriales, por su calidad y flexibilidad es ideal para circuitos de control, máquinas, herramientas, derivaciones en contactos y porta lámparas.

Características:

- Tensión nominal 600 volts
- Temperatura máxima En ambiente seco o húmedo a 75 °C. En contacto con aceite 60 °C.

9.- Cordon de uso rudo, dos o tres conductores extra flexibles de cobre suave o recocado con aislamiento vinílico. Los conductores aislados están unidos entre sí con rellenos de yute o de PVC y protegidos con una cubierta común termoplástica resistente a la abrasión y que no propaga las llamas.



Fig. 1.11.- Cordon de uso rudo.

Su utilización es en aparatos de uso doméstico o industrial tales como refrigeradores, lavadoras, planchadoras, máquinas de coser, batidoras, aspiradoras, taladros, sierras, pulidoras de piso de madera o terrazo y en general en todas las máquinas portátiles.

Característica:

- Tensión nominal 300 y 600 volts
- Temperatura máxima 60 °C

Capacidad de conducción de corriente en amperes a 30 °C temperatura ambiente

Calibre A.W.G.	2 ó 3 conductores
18	5
16	7
14	15
12	20
10	25
8	30
6	45
4	60

10.- Conductores con forro

ASBESTONEL, un conductor de cobres suave o recocado, estañado, cable flexible, el aislamiento es especial de cloruro de polivinilo recubierto con una capa de asbesto impregnado de un compuesto resistente a la humedad, al calor, a las llamas, el forro exterior está formado de una malla, trenzada de algodón y tratada con un compuesto gris de propiedades fungicidas que impide la formación de colonias de hongos.

Se usa en el interior de tableros de control donde la posibilidad de grandes elevaciones de temperatura constituye un factor crítico, en lugares con temperaturas altas como los próximos a fuentes de calor como calderas, hornos, etc. Cableados en haz, son extra flexibles y pueden emplearse para conexiones a tableros de control fijos o móviles.

Características:

- Tensión nominal 600 volts
- Temperatura máxima 90 °C

Capacidad de conducción en amperes a 30 °C temperatura ambiente

Calibre A.W.G.	De 1 a 3 entubados	1 conductor al aire libre
14	25	30
12	30	40
10	40	55
8	50	70

Los factores de corrección por temperatura, indican en que porcentaje disminuye la capacidad de corriente de los conductores eléctricos conforme aumenta la temperatura.

Los factores de corrección por agrupamiento, aplicables para cuando se tienen más de tres conductores activos dentro de tubos conduit, ductos y otros tipos de canalizaciones cerradas, también indican el tanto por ciento a que disminuye su capacidad de conducción, situación que obliga a proteger a dichos conductores de acuerdo con su nueva capacidad.

Lo anterior quiere decir que la protección para de 1 a 3 conductores activos, debe ser como máximo al 100% de su capacidad nominal promedio, pero de 4 a 6, de 6 a 20 y 21 a 30 dentro de una misma canalización cerrada, debe ser de acuerdo a su nueva capacidad que disminuye al 80%, 70% y 60% respectivamente.

Generalmente se trabaja con el calibre de los conductores, sin embargo, en ocasiones solo se tiene el valor de su resistencia por unidad de longitud.

Diámetros y áreas interiores de tubos conduit y ductos cuadrados

Intencionalmente se dan dos valores respecto a las áreas interiores de tubos conduit y ductos cuadrados, mientras el 100% es el área absoluta, el 40% nos da el área que debe ocupar como máximo los conductores eléctricos (con todo y aislamiento) conociéndose este valor como factor de relleno excepto para cables de varios conductores. Además, en lo que respecta a los diámetros de los tubos y ductos, se tienen

dos unidades, en pulgadas como se conocen en el mercado y en milímetros como se deben indicar en los planos.

Ahora bien, en toda línea alimentadora de energía eléctrica, existe una caída de tensión que es directamente proporcional a la resistencia presentada por los conductores y a la intensidad de corriente que circula por ellos, esta caída de tensión bajo las condiciones anteriores se puede expresar de la siguiente forma:

$$V = RI$$

Tomando en cuenta la longitud, la sección transversal y la resistividad del cobre, la resistencia de los conductores eléctricos esta dada por la formula:

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad \text{en donde;}$$

R	Resistencia en Ohms
ρ	Resistividad del cobre en Ohms / m / mm ²
L	Longitud de los conductores en metros
S	Sección transversal de los conductores en mm ²

De la formula de la resistencia en el caso anterior, puede deducirse lo siguiente:

A mayor longitud de los conductores, mayor es la resistencia que oponen al paso de la corriente por ellos y en consecuencia mayor es la caída de tensión provocada, sin embargo esta disminución en el valor de la tensión puede ser aminorada si se aumenta la sección transversal de los conductores.

Como es peligroso trabajar con caídas de tensión muy altas, las caídas de tensión máximas permitidas están tabuladas en la tabla 3.4 del anexo de tablas, de acuerdo al Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas.

El peligro que representa trabajar con valores de tensión no acordes a las condiciones de trabajo por datos de placa de los aparatos,

máquinas, elementos, accesorios en la línea se puede resumir de la siguiente manera:

a) Tensión baja, los motores conectados a una tensión mucho menor que la indicada en sus datos de placa no arrancan, se produce en ellos un ruido característico y se sobrecalientan. Las lámparas incandescentes conectadas a una tensión menor que la indicada en la misma, disminuye considerablemente su intensidad luminosa, así como también las lámparas fluorescentes conectadas a una tensión menos, no encienden (no arrancan), por que necesitan una sobre tensión para hacerlo.

b) Tensión alta, los motores conectados a una tensión mayor que la nominal para su buen funcionamiento, se sobrecalientan disminuyendo con ello su vida activa, se puede brincar el aislamiento si dicha tensión es muy alta. Las lámparas conectadas a una tensión mayor a la indicada, aumenta su intensidad luminosa disminuyendo sus horas de vida.

Por lo anterior, es aconsejable conectar maquinaria, motores, dispositivos eléctricos, lámparas, etc. A una tensión correcta para su buen funcionamiento y aprovechamiento de la energía eléctrica.

Una vez que se tiene conocimiento de los conductores eléctricos, sus calibres comerciales, tipos de aislamientos de uso común, capacidad de conducción de los conductores eléctricos dentro de tubos conduit y a la intemperie, áreas utilizables dentro de los tubos conduit y ductos cuadrados, los coeficientes de corrección por temperatura y agrupamiento, el factor de relleno, las caídas de tensión máximas permisibles. Se procede a indicar a través de las tablas 3.3 y 3.6 del anexo, que nos marcan el área transversal promedio de los conductores eléctricos de los diferentes calibres, marcas y tipos de aislamiento, sólidos o cableados, para que mediante la suma de las áreas parciales de los conductores, sean del mismo o diferente calibre y en base al factor de relleno, calcular el diámetro de los tubos conduit o características de los tubos cuadrados, de acuerdo a los valores específicos de la tabla 3.5 del anexo de tablas.

I.2.5.- Accesorios de control y protección

Los accesorios de control pueden resumirse en forma por demás sencilla.

a) Apagadores sencillos, apagadores de tres vías o de escalera, apagadores de cuatro vías o de paso. Caso secundario, cuando por alguna circunstancia se tienen contactos controlados con apagadores



Fig. 1.12.- Apagador de tres vías* y apagador sencillo**.

b) En oficinas, comercios e industrias, además de los controles antes descritos, se disponen de interruptores termomagnéticos (conocidos como pastillas o braeks), que se utilizan para controlar el alumbrado de medianas o grandes áreas a partir de los tableros.

c) Las estaciones de botones para el control manual de motores, equipos y unidades completas.

d) Interruptores de presión de todo tipo.

Dentro de la amplia variedad de accesorios de protección y control se pueden considerar los siguientes como de uso más frecuente:

a) Interruptores (switches), que pueden ser abiertos o cerrados, además de proporcionar protección por sí solos a través de los elementos fusibles cuando se presentan sobrecargas peligrosas.

b) Los interruptores termomagnéticos, además de ser operados manualmente, proporcionan protección para sobrecargas en forma automática.

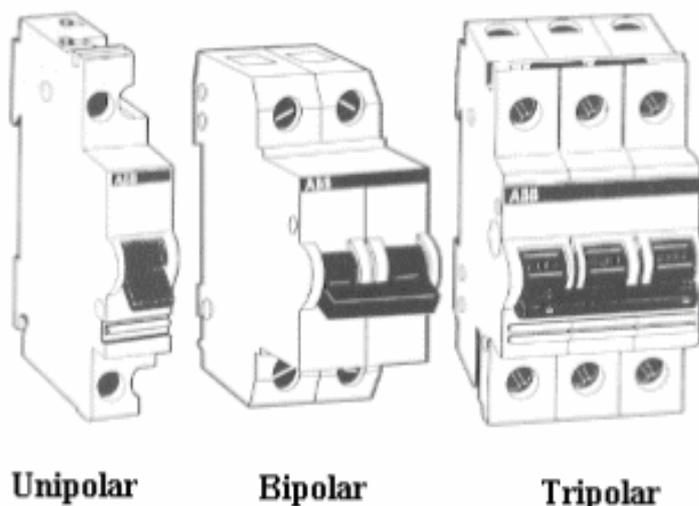


Fig. 1.13.- Interruptores termomagnéticos.

c) Arrancadores a tensión plena y arrancadores a tensión reducida, para el control manual o automático de motores, equipos y unidades complejas.

I.3.- Tipos de instalaciones eléctricas

Por razones que obedecen principalmente al tipo de construcción en que se realizan, material utilizado en ellas, a condiciones ambientales, trabajo a desarrollar en los locales de que se trate y acabado que se les de; se tienen diferentes tipos de instalaciones eléctricas.

I.3.1.- Totalmente visibles

Como su nombre lo indica, todos sus componentes se encuentran a la vista y sin protección en contra de esfuerzos mecánicos, ni del medio ambiente, ya sea seco húmedo o corrosivo.

I.3.2.- Visibles entubadas

Son instalaciones eléctricas realizadas así, debido a que las estructuras de la construcción y el material de los muros, es imposible ahogarlas, sin embargo son protegidas contra esfuerzos mecánicos y contra el medio ambiente, con tuberías, cajas de conexión y dispositivos de unión, control y protección

recomendables de acuerdo a cada caso particular.

I.3.3.- Temporales

Son instalaciones que se construyen para el aprovechamiento de la energía eléctrica por temporadas o por períodos cortos de tiempo, tales como son los casos de ferias, juegos mecánicos, exposiciones, servicios contratados para obras en proceso, etc.

I.3.4.- Provisionales

Las instalaciones eléctricas provisionales, en realidad las podemos incluir en las temporales, salvo en los casos en que se realizan instalaciones definitivas en operación, para hacer reparaciones o eliminar fallas principalmente en aquellas, en las cuales no se puede prescindir aún en un solo equipo, motor o local; como por ejemplo las fábricas en proceso continuo, hospitales, salas de espectáculos, hoteles, etc.

I.3.5.- Parcialmente ocultas

Se encuentran en accesorias grandes o fábricas, en las que parte del entubado esta por pisos y muros y el restante por armaduras, también es muy común observarlas en edificios comerciales y de oficinas que tiene plafón falso. La parte oculta esta en muros y columnas generalmente, y la parte expuesta, pero entubada en su totalidad es la que se ve entre las losas y el falso plafón, para de ahí mediante cajas de conexión localizadas de antemano se hagan las tomas necesarias.

I.3.6.- Totalmente ocultas

Son las que se consideran de mejor acabado, pues en ellas se buscan tanto la mejor solución técnica, así como el mejor aspecto estético posible, en donde una vez terminada la instalación eléctrica, se completa con la calidad

de los dispositivos de control y protección que quedan solo en el frente al exterior de los muros.

I.3.7.- A prueba de explosión

Se construyen principalmente en fábricas y laboratorios en donde se tienen ambientes corrosivos, polvos o gases explosivos, materiales fácilmente inflamables. En estas instalaciones, tanto las canalizaciones como las partes de unión y las cajas de conexión quedan herméticamente cerradas para así, en caso de producirse un corto circuito, la flama o chispa no sale al exterior, lo que viene a dar la seguridad de que jamás llegará a producirse una explosión por fallas en las instalaciones eléctricas.

I.4.- Alumbrado

Las luminarias (generalmente colocadas simétricamente) que proporcionan un nivel de iluminación razonablemente uniforme a toda una zona constituyen un sistema de alumbrado general. Un buen sistema de alumbrado hace que la visibilidad de la zona iluminada sea la adecuada, por lo que nos llevara a un mejor consumo de energía eléctrica y un mayor ahorro económico, ya que esto nos evitara estar colocando luminarias en exceso, así como también una parte fundamental en el alumbrado es saber escoger el tipo de luminaria que emplearemos, ya que en la actualidad contamos con diferentes tipos y formas de luminarias.

De igual forma el mantenimiento periódico de la instalación de alumbrado es muy importante. El objetivo es prevenir el envejecimiento de las lámparas y la acumulación de polvo en las luminarias, cuya consecuencia será una pérdida constante de luz. Por esta razón, es importante elegir lámparas y sistemas fáciles de mantener. Una bombilla incandescente mantiene su eficiencia hasta los momentos previos al fallo, pero no ocurre lo mismo con los tubos fluorescentes, cuyo

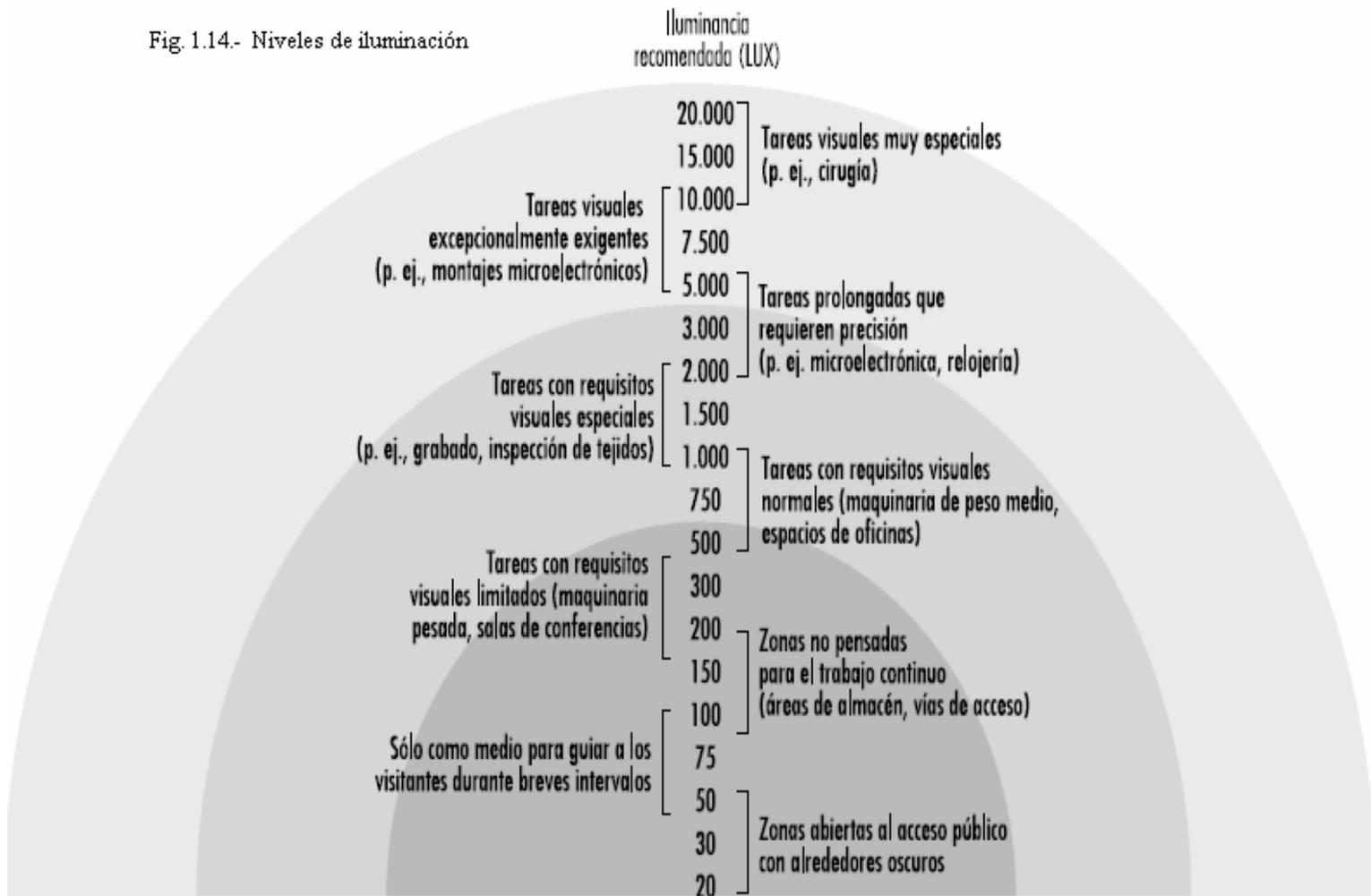
rendimiento puede sufrir una reducción del 75% después de mil horas de uso.

I.4.1.- Iluminación

Los seres humanos poseen una capacidad extraordinaria para adaptarse a su ambiente y a su entorno inmediato. De todos los tipos de energía que pueden utilizar los humanos, la luz es la más importante, es un elemento esencial de nuestra capacidad de ver y necesaria para apreciar la forma, el color y la perspectiva de los objetos que nos rodean en nuestra vida diaria. La mayor parte de la información que obtenemos a través de nuestros sentidos la obtenemos por la vista (cerca del 80 %). Ahora

bien, no debemos olvidar que ciertos aspectos del bienestar humano, como nuestro estado mental o nuestro nivel de fatiga, se ven afectados por la iluminación y por el color de las cosas que nos rodean. Desde el punto de vista de la seguridad en el trabajo, la capacidad y el confort visuales son extraordinariamente importantes, ya que muchos accidentes se deben, entre otras razones, a deficiencias en la iluminación o a errores cometidos por el trabajador, a quien le resulta difícil identificar objetos o los riesgos asociados con la maquinaria, los transportes, los recipientes peligrosos, etcétera, así como también en nuestras viviendas pueden ocurrir accidentes por la falta de iluminación.

Fig. 1.14.- Niveles de iluminación



Cada tipo de actividad descrita abarca tres valores LUX.

A Iluminación general en zonas de poco tráfico o de requisitos visuales sencillos

B Iluminación general para trabajo en interiores

C Iluminación adicional para tareas visuales exigentes

El correcto diseño de un sistema de iluminación debe ofrecer las condiciones óptimas para el confort visual. Entre los aspectos más importantes que es preciso tener en cuenta cabe citar el tipo de lámpara y el sistema de alumbrado que se va a instalar, la distribución de la luminancia, la eficiencia de la iluminación y la composición espectral de la luz. Ahora bien hay factores que determinan el confort visual, es decir los requisitos que un sistema de iluminación debe cumplir para proporcionar las condiciones necesarias para el confort visual son los siguientes:

- Iluminación uniforme,
- Luminancia óptima,
- Ausencia de brillos deslumbrantes,
- Condiciones de contraste adecuadas,
- Colores correctos,
- Ausencia de luces intermitentes o efectos estroboscopios.

Niveles de iluminación

Cada actividad requiere un nivel específico de iluminación en el área donde se realiza. En general, cuanto mayor sea la dificultad de percepción visual, mayor deberá ser el nivel medio de la iluminación. En varias publicaciones se ofrecen directrices de niveles mínimos de iluminación asociados a diferentes tareas. En concreto, los recogidos en la Figura 1.14. se han tomado de las normas europeas CENTC 169 y se basan más en la experiencia que en el conocimiento científico. El nivel de iluminación se mide con un luxómetro que convierte la energía luminosa en una señal eléctrica, que posteriormente se amplifica y permite una fácil lectura en una escala de lux calibrada. Al elegir un cierto nivel de iluminación para un puesto de trabajo determinado, deberán estudiarse los siguientes puntos:

- La naturaleza del trabajo,
- La reflectancia del objeto y de su entorno inmediato,
- Las diferencias con la luz natural y la necesidad de iluminación diurna.

Sistemas de iluminación

El interés por la iluminación natural ha aumentado recientemente. Y no se debe tanto a la calidad de este tipo de iluminación como al bienestar que proporciona. Pero como el nivel de iluminación de las fuentes naturales no es uniforme, se necesita un sistema de iluminación artificial. Los sistemas de iluminación más utilizados son los siguientes:

Iluminación general uniforme

En este sistema, las fuentes de luz se distribuyen uniformemente sin tener en cuenta la ubicación de los puestos de trabajo. El nivel medio de iluminación debe ser igual al nivel de iluminación necesario para la tarea que se va a realizar. Son sistemas utilizados principalmente en lugares de trabajo donde no existen puestos fijos. Debe tener tres características fundamentales: primero, estar equipado con dispositivos antibrillos (rejillas, difusores, reflectores, etcétera); segundo, debe distribuir una fracción de la luz hacia el techo y la parte superior de las paredes, y tercero, las fuentes de luz deben instalarse a la mayor altura posible, para minimizar los brillos y conseguir una iluminación lo más homogénea posible (véase la Figura 1.15).

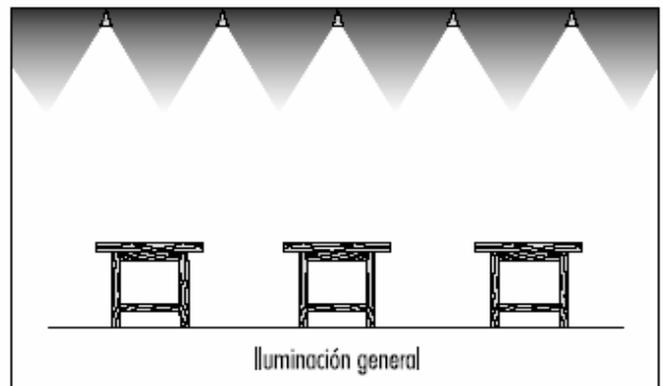


Fig. 1.15.- Iluminación general.

Iluminación general e iluminación localizada de apoyo

Se trata de un sistema que intenta reforzar el esquema de la iluminación general situando lámparas junto a las superficies de trabajo. Las

lámparas suelen producir deslumbramiento y los reflectores deberán situarse de modo que impidan que la fuente de luz quede en la línea directa de visión del trabajador. Se recomienda utilizar iluminación localizada cuando las exigencias visuales sean cruciales, como en el caso de los niveles de iluminación de 1.000 lux o más. Generalmente, la capacidad visual del trabajador se deteriora con la edad, lo que obliga a aumentar el nivel de iluminación general o a complementarlo con iluminación localizada. En la Figura 1.16 se aprecia claramente este fenómeno.

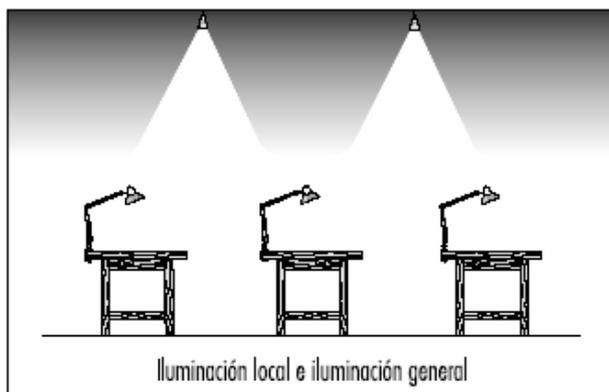


Fig. 1.16.-Iluminación local e iluminación general.

Iluminación general localizada

Es un tipo de iluminación con fuentes de luz instaladas en el techo y distribuidas teniendo en cuenta dos aspectos: las características de iluminación del equipo y las necesidades de iluminación de cada puesto de trabajo. Está indicado para aquellos espacios o áreas de trabajo que necesitan un alto nivel de iluminación y requiere conocer la ubicación futura de cada puesto de trabajo con antelación a la fase de diseño, como se ve en la figura 1.17.

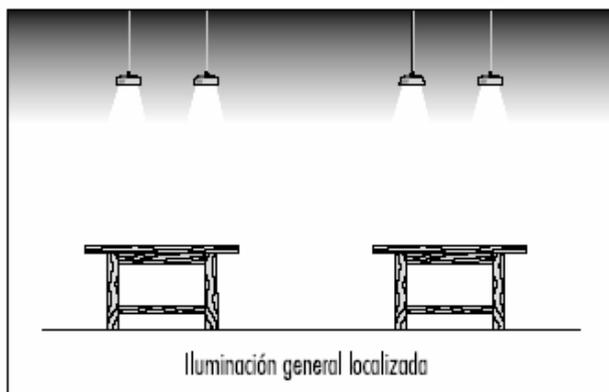


Fig. 1.17.- Iluminación general localizada.

I.4.2.- Tipos de lámparas

Una lámpara es un convertidor de energía, aunque pueda realizar funciones secundarias, su principal propósito es la transformación de energía eléctrica en radiación electromagnética visible. Hay muchas maneras de crear luz, pero el método normalmente utilizado en la iluminación general es la conversión de energía eléctrica en luz.

Aunque el progreso tecnológico ha permitido producir diferentes lámparas, los principales factores que han influido en su desarrollo han sido fuerzas externas al mercado; por ejemplo, la producción de las lámparas de filamentos que se utilizaban a principios de siglo sólo fue posible cuando se dispuso de buenas bombas de vacío y del proceso de trefilado del tungsteno. Con todo, fue la generación y distribución de electricidad a gran escala, para satisfacer la demanda de iluminación eléctrica, la que determinó el crecimiento del mercado. La iluminación eléctrica ofrecía muchas ventajas en comparación con la luz generada por gas o aceite, como la estabilidad de la luz, el escaso mantenimiento, la mayor seguridad que supone no tener una llama desnuda y la ausencia de subproductos locales de combustión.

Durante el período de recuperación que siguió a la segunda Guerra Mundial, lo importante era la productividad. La lámpara fluorescente tubular se convirtió en la fuente de luz dominante porque con ella era posible iluminar fábricas y oficinas sin sombras y comparativamente sin calor, aprovechando al máximo el espacio disponible.

Lámparas incandescentes

Utilizan un filamento de tungsteno dentro de un globo de vidrio al vacío o lleno de un gas inerte que evite la evaporación del tungsteno y reduzca el ennegrecimiento del globo. Existen lámparas de muy diversas formas, que pueden resultar muy decorativas. En la Figura 1.18. se

muestra la lámpara típica de iluminación general (General Lighting Service, GLS).

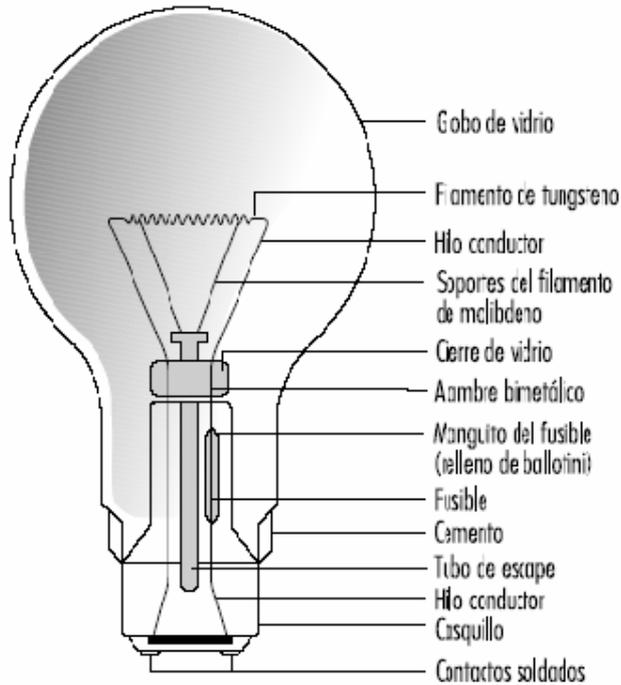


Fig. 1.18.- Características de una lámpara incandescente (GLS).

Se trata de unas lámparas que siguen teniendo aceptación en la iluminación doméstica debido a su bajo coste y pequeño tamaño. Con todo, su baja eficiencia genera costes de explotación muy altos en la iluminación comercial e industrial, por lo que normalmente se prefieren las lámparas de descarga. Una lámpara de 100 Watts tiene una eficiencia típica de 14 lúmenes/volt en comparación con los 96 lúmenes/volt de una lámpara fluorescente de 36 Watts. Las lámparas incandescentes todavía se utilizan cuando la atenuación de la luz es una característica de control conveniente, ya que resulta fácil atenuarlas reduciendo la tensión de alimentación. El filamento de tungsteno es una fuente de luz de tamaño reducido, que puede enfocarse fácilmente con reflectores o lentes.

Lámparas halógenas de tungsteno

Son parecidas a las lámparas incandescentes y producen luz de la misma manera, a partir de un filamento de tungsteno. Ahora bien, el globo contiene gas halógeno

(bromo o yodo) que actúa controlando la evaporación del tungsteno, es fundamental para el ciclo del halógeno que la bombilla se mantenga a una temperatura mínima de 250 °C para que el haluro de tungsteno permanezca en estado gaseoso y no se condense sobre la superficie del globo. Tal temperatura da lugar a que las bombillas se fabriquen con cuarzo en lugar de vidrio, el cuarzo permite reducir el tamaño de la bombilla. La mayoría de las lámparas halógenas de tungsteno duran más tiempo que sus equivalentes incandescentes y el filamento alcanza una temperatura más alta, creando más luz y un color más blanco.

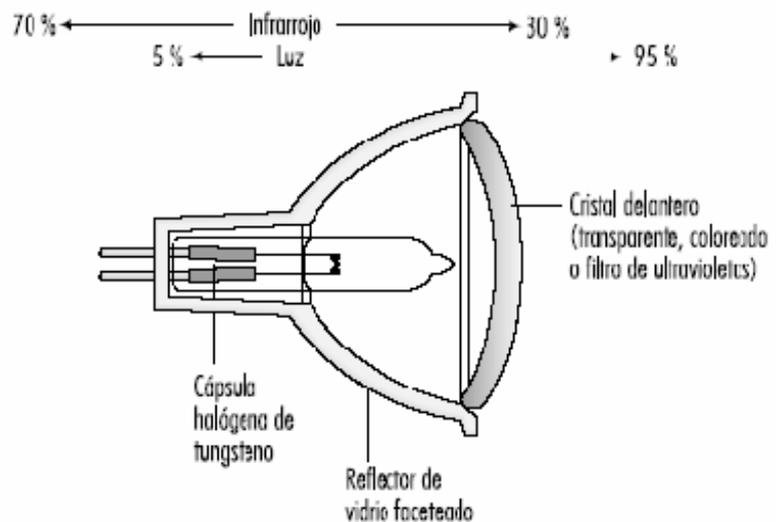


Fig. 1.19.- Lámpara halógena de tungsteno.

Las lámparas halógenas de tungsteno han encontrado aceptación en situaciones cuyos principales requisitos son un tamaño reducido y un alto rendimiento. Como ejemplo típico cabe citar la iluminación de escenarios, incluyendo el cine y la televisión, donde el control direccional y la atenuación son requisitos habituales.

Lámparas fluorescentes tubulares

Son lámparas de mercurio de baja presión que están disponibles en versiones de "cátodo caliente" y "cátodo frío". La primera versión es el tubo fluorescente convencional para fábricas y oficinas; "cátodo caliente" se refiere al cebado de la lámpara por precalentamiento de los electrodos para que la ionización del gas y del vapor de mercurio sea suficiente para realizar la

descarga. Las lámparas de cátodo frío se utilizan principalmente en letreros y anuncios publicitarios. Las lámparas fluorescentes necesitan equipo de control externo para efectuar el cebado y para regular la corriente de la lámpara. Además de la pequeña cantidad de vapor de mercurio, hay un gas de cebado (argón o criptón). La baja presión del mercurio genera una descarga de luz de color azul pálido. La mayor parte de la radiación está en la región ultravioleta a 254 nm, una frecuencia de radiación característica del mercurio. En el interior de la pared del tubo hay un fino revestimiento fosfórico, que absorbe los rayos ultravioleta e irradia la energía en forma de luz visible. El color de la luz viene determinado por el revestimiento fosfórico, existe toda una gama de materiales fosfóricos con diversas características de coloración y reproducción del color.

Lámparas fluorescentes de tamaño reducido

El tubo fluorescente no es un sustituto práctico para la lámpara incandescente debido a su forma alargada. Pueden hacerse tubos cortos y estrechos de aproximadamente el mismo tamaño que la lámpara incandescente, pero esto impone una carga eléctrica muy superior al material fosfórico. Para que la lámpara tenga una vida útil aceptable es esencial utilizar trifosfóricos, en todas las lámparas fluorescentes de tamaño reducido se utilizan trifosfóricos, de modo que, si se utilizan junto con las alargadas, también deberán utilizarse en estas últimas, para mantener la coherencia de los colores.

Algunas lámparas de tamaño reducido incluyen el equipo de control necesario para crear dispositivos de conversión para lámparas incandescentes. La gama va en aumento y permite actualizar fácilmente las instalaciones de alumbrado ya existentes para utilizar más eficazmente la energía. En el caso de que los controles originales lo permitieran, estas unidades integradas no serían adecuadas para el efecto de atenuación.

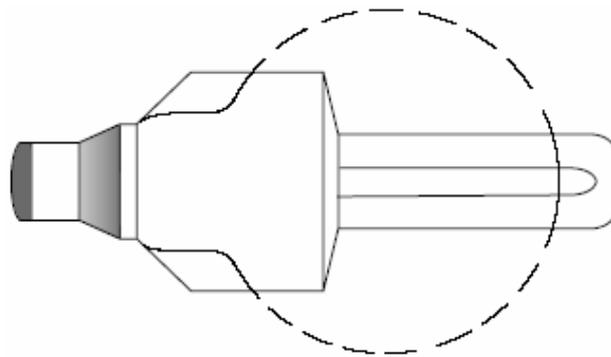


Fig. 1.20.- Lámpara fluorescente compacta.

Lámparas de mercurio de alta presión

Las descargas de alta presión son más compactas y tienen mayores cargas eléctricas; por consiguiente, requieren tubos de descarga de arco hechos de cuarzo para soportar la presión y la temperatura. El tubo de descarga de arco va dentro de una envoltura exterior de vidrio con una atmósfera de nitrógeno o argón-nitrógeno para reducir la oxidación y el chisporroteo. La bombilla filtra eficazmente la radiación ultravioleta del tubo de descarga de arco como se muestra en la Figura 1.21. A alta presión, la descarga de mercurio es principalmente radiación azul y verde, para mejorar el color, un revestimiento fosfórico aplicado a la bombilla añade luz roja.

Existen versiones de lujo con mayor contenido de rojo, que proporcionan un mayor rendimiento lumínico y reproducen mejor el color.

A todas las lámparas de descarga de alta presión les cuesta alcanzar su pleno rendimiento. La descarga inicial se realiza a través del gas conductor interior y el metal se evapora a medida que aumenta la temperatura de la lámpara, a presión estable, la lámpara no se vuelve a cebad inmediatamente sin un equipo de control especial; se produce una demora mientras la lámpara se enfría suficientemente y se reduce la presión, de modo que basta la tensión de alimentación normal o el circuito de ignición para restablecer el arco.

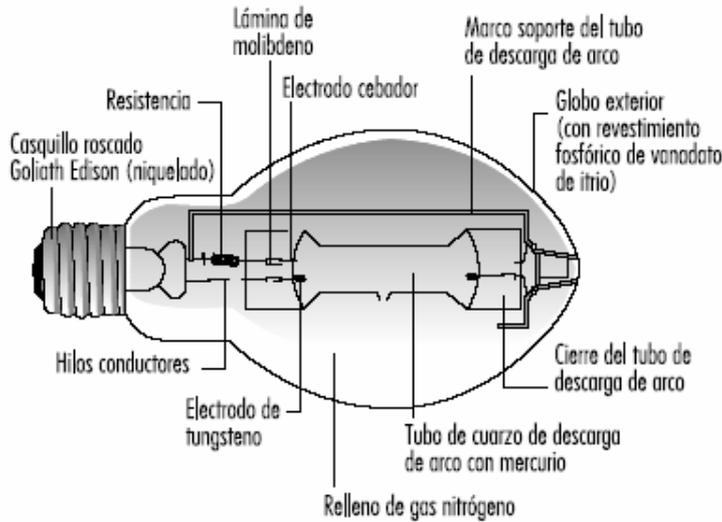


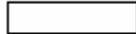
Fig. 1.21.- Características de una lámpara de mercurio de alta presión.

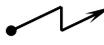
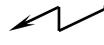
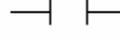
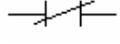
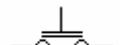
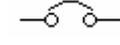
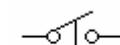
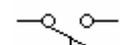
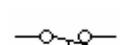
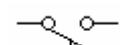
Las lámparas de descarga tienen una característica de resistencia negativa, por lo que es necesario el equipo de control externo para regular la corriente. Existen pérdidas debidas a los componentes de estos equipos de control, de modo que el usuario deberá tener en cuenta el vataje total al estudiar los costes de explotación y la instalación eléctrica.

Las lámparas de mercurio de alta presión constituyen una excepción, y uno de sus tipos contiene un filamento de tungsteno que actúa como dispositivo limitador de corriente y además agrega colores cálidos a la descarga verde/azul, con lo cual, las lámparas incandescentes pueden reemplazarse directamente, aunque las lámparas de mercurio tienen una larga vida útil, de alrededor de 20.000 horas, su rendimiento lumínico disminuye hasta aproximadamente el 55 % del inicial al final de este período y, por consiguiente, su vida económica puede ser menor.

Prácticamente estos son los tipos de luminarias más utilizados, tanto en la industria como en las unidades de vivienda, de tal forma cabe recordar que hay más tipos de lámparas como las; Lámparas de inducción, Lámparas de haluro metálico, Lámparas de sodio de baja presión, etc. Cada una para sus diferentes usos.

I.5.- Símbolos eléctricos

	Salida de centro incandescente.
	Lámpara fluorescente tipo "Slim Line" de 2 x 74 Watts.
	Lámpara fluorescente de 2 x 40 Watts.
	Lámpara fluorescente de 2 x 20 Watts.
	Equipo incandescente cuadrado (se indican medidas exteriores y la potencia del o los focos a conectar y si es de empotrar o de sobreponer).
	Salida a spot.
	Salida incandescente de vigilancia.
	Salida incandescente de pasillo.
	Arbotante incandescente interior.
	Arbotante incandescente intemperie.
	Arbotante fluorescente interior.
	Arbotante fluorescente intemperie.
	Salida de centro incandescente con pantalla R.L.M.
	Salida especial (se especifica en que lugar y las características de la o de las cargas a conectar).
	Contacto sencillo en muro.
	Contacto sencillo controlado con apagador.
	Contacto sencillo en piso.
	Policontrato en muro.
	Contacto sencillo intemperie.
	Contacto trifásico en muro.
	Contacto trifásico en piso.
	Apagador sencillo.
	Apagador sencillo de puerta (a presión).
	Apagador sencillo de cadena.

	Apagador de tres vías o de escalera.		Medidor de la compañía suministradora de energía.
	Apagador de cuatro vías, de escalera o de paso.		Sube tubería (se indica el diámetro y # de conductores, así como los calibres).
	Botón de timbre.		Baja tubería IDEM.
	Timbre o sumbador.		Contacto normalmente abierto, usado en arrancadores para motores, relevadores y equipos de control.
	Campana.		Contacto normalmente cerrado, usado en arrancadores para motores, relevadores y equipos de control.
	Transformador de timbre.		Botón de arranque de contacto momentáneo (al empujar el botón se cierra el circuito).
	Cuadro indicador.		Botón de paro de contacto momentáneo (al empujarlo se abre el circuito).
	Llamador de enfermos.		Interruptor termomagnético.
	Llamador de enfermos con piloto.		Interruptor de presión para flotador, en posición de abierto hacia arriba (cuando el tinaco o tanque elevado esta lleno).
	Ventilador.		Interruptor de presión para flotador, en posición de abierto hacia abajo (cuando el tanque bajo o cisterna no tiene agua).
	Tablero de portero eléctrico.		Interruptor de presión para flotador, en posición de cerrado hacia abajo (cuando en el tinaco o tanque elevado no hay agua).
	Teléfono de portero eléctrico.		Interruptor de presión para flotador, en posición de cerrado hacia arriba (cuando en el tanque bajo o cisterna hay agua).
	Registro en muro o losa.		Contacto de acción retardada normalmente abierto, cuando la bobina esta energizada.
	Alarma.		Contacto de acción retardada normalmente cerrado, cuando la bobina esta energizada.
	Incendio.		Contacto de acción retardada normalmente abierto, cuando la bobina no esta energizada.
	Batería.		
	Generador de corriente alterna.		
	Generador de corriente continua.		
	Motor de corriente alterna.		
	Motor de corriente continua.		
	Ampérmetro.		
	Vólmetro.		
	Wattmetro.		
	Línea por muros y losa.		
	Línea por piso.		
	Tubería para teléfonos.		
	Arrancador a tensión plena.		
	Arrancador a tensión reducida.		
	Interruptor.		
	Tablero general.		
	Tablero de distribución de fuerza.		
	Tablero de distribución de alumbrado.		
	Acometida de la compañía suministradora de energía.		

C A P Í T U L O I I

II.1.- NOM – 001 – SEDE – 1999

II.1.1.- Introducción

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos, Secretaría de Energía.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-1999, INSTALACIONES ELÉCTRICAS (UTILIZACIÓN), APROBADA EN LA CUARTA REUNIÓN ORDINARIA DEL COMITÉ CONSULTIVO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS, CELEBRADA EL 20 DE ABRIL DE 1999.

La Secretaría de Energía, por conducto de la Dirección General de Gas L.P y de Instalaciones Eléctricas, con fundamento en los artículos 33 fracción IX de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 38 fracciones II y III, 40 fracciones VIII, X y XIII, 47 fracción IV, 51 y 53 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28, 34 y 40 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, así como 12bis del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía, expide y publica la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999, Instalaciones eléctricas (utilización), aprobada por unanimidad por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas, en su cuarta sesión ordinaria del 20 de abril de 1999.

La presente Norma Oficial Mexicana fue armonizada por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas (CCNNIE) con el apoyo del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (IIUNAM) y de la Asociación Nacional de Normalización y Certificación del Sector Eléctrico (ANCE), bajo la coordinación de la Dirección General de Gas L.P. y de Instalaciones Eléctricas de la Secretaría de Energía, y consultando trabajos,

propuestas, comentarios y colaboraciones de las siguientes instituciones miembros del CCNNIE:

- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, SECOFI
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social, STPS
- Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, CONAE
- Comisión Federal de Electricidad, CFE
- Petróleos Mexicanos, PEMEX
- Instituto Mexicano del Seguro Social, IMSS
- Luz y Fuerza del Centro, LyFC
- Instituto de Investigaciones Eléctricas, IIE
- Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico, PAESE
- Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica, FIDE
- Asociación de Ingenieros Universitarios Mecánicos Electricistas, AIUME
- Asociación Mexicana de Directores Responsables de Obra y Co-responsables, AMDROC
- Asociación Mexicana de Empresas del Ramo de Instalaciones para la Construcción, AMERIC
- Asociación Mexicana de Ingenieros Mecánicos Electricistas, AMIME
- Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas, CANAME
- Colegio de Ingenieros Mecánicos Electricistas, CIME
- Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos, CONCAMIN
- Federación de Colegios de Ingenieros Mecánicos y Electricistas de la República Mexicana, FECIME

La presente norma oficial mexicana de instalaciones eléctricas, en adelante NOM, responde a las necesidades técnicas que requieren la utilización de las instalaciones eléctricas en el ámbito nacional.

II.1.2.- 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.

II.1.3.- Aplicación en la instalación eléctrica de una casa habitación

4.1.- DISPOSICIONES GENERALES

110.- REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS

A. Disposiciones generales

ARTÍCULO 110.- REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

A.- Disposiciones Generales

110-2.- Aprobación, en las instalaciones eléctricas a que se refiere la presente NOM se aceptará la utilización de materiales y equipos que cumplan con las normas oficiales mexicanas, normas mexicanas o con las normas internacionales. A falta de éstas con las especificaciones del fabricante.

Los materiales y equipos de las instalaciones eléctricas sujetos al cumplimiento de normas oficiales mexicanas, normas mexicanas o normas internacionales, deben contar con un certificado expedido por un organismo de certificación de productos acreditado y aprobado.

En caso de no existir norma oficial mexicana o norma mexicana aplicable al producto de que se trate, se podrá requerir el dictamen de un laboratorio de pruebas que haya determinado el grado de cumplimiento con las

especificaciones técnicas internacionales con que cumplen, las del país de origen o a falta de éstas, las del fabricante.

Los materiales y equipos que cumplan con las disposiciones establecidas en los párrafos anteriores se consideraran aprobados para los efectos de esta NOM.

110-4.- Tensiones eléctricas, la tensión eléctrica nominal del sistema es el valor asignado a un sistema eléctrico. Como ejemplos de tensiones normalizadas, se tienen: 120/240 Volts; 220Y/127 Volts; 480Y/277 Volts; 480 Volts como valores preferentes, 2400 Volts como de uso restringido, 440 Volts como valor congelado. La tensión eléctrica nominal de un sistema es el valor cercano al nivel de tensión al cual opera normalmente el sistema. Debido a contingencias de operación, el sistema opera generalmente a niveles de tensión del orden de 10% por debajo de la tensión eléctrica nominal del sistema para la cual los componentes del sistema están diseñados.

Tensión eléctrica nominal de utilización, es el valor para determinados equipos de utilización del sistema eléctrico. Los valores de tensión eléctrica de utilización son: En baja tensión: 115/230 Volts; 208Y/120 Volts; 460Y/265 y 460 Volts; como valores preferentes.

110-5.- Conductores, los conductores normalmente utilizados para transportar corriente eléctrica deben ser de cobre, a no ser que en esta NOM, se indique otra cosa. Si no se especifica el material del conductor, el material y las secciones transversales que se indiquen en esta NOM se deben aplicar como si fueran conductores de cobre. Si se utilizan otros materiales, los tamaños nominales deben cambiarse conforme a su equivalente en cobre.

110-6.- Tamaño nominal de los conductores. los tamaños nominales de los conductores se expresan en mm² y opcionalmente su equivalente en AWG (American Wire Gage) o en circular mils.

NOTA: 1 mil = 1 milésima de pulgada = 25,4 micras. 1 cmil = $1/1973,5 \text{ mm}^2$.

110-7.- Integridad del aislamiento, todos los cables deben instalarse de modo que, cuando la instalación esté terminada, el sistema quede libre de cortocircuitos y de conexiones a tierra distintas de las necesarias.

110-9.- Corriente de interrupción, los equipos diseñados para interrumpir la corriente eléctrica en caso de fallas, deben tener una corriente de interrupción suficiente para la tensión eléctrica nominal del circuito y la intensidad de corriente eléctrica que se produzca en los terminales de la línea del equipo. El equipo proyectado para interrumpir el paso de corriente eléctrica a otros niveles distintos del de falla, debe tener una corriente de interrupción a la tensión eléctrica nominal del circuito, suficiente para la corriente eléctrica que deba interrumpir.

110-10.- Impedancia y otras características del circuito, los dispositivos de protección contra sobrecorriente, la impedancia total, las corrientes de interrupción de los componentes y otras características del circuito que haya que proteger, se deben elegir y coordinar de modo que permitan que los dispositivos para protección del circuito contra fallas, operen sin causar daños a los componentes eléctricos del circuito. Se debe considerar que se presenta la falla entre dos o más de los conductores del circuito o entre cualquier conductor del circuito y el conductor de puesta a tierra o la canalización metálica que lo rodea.

110-14.- Conexiones eléctricas, debido a las diferentes características del cobre y del aluminio, deben usarse conectadores o uniones a presión y terminales soldables apropiados para el material del conductor e instalarse adecuadamente. No deben unirse terminales y conductores de materiales distintos, como cobre y aluminio, a menos que el dispositivo esté identificado (aprobado conforme con lo establecido en 110-2) para esas condiciones de uso. Si se utilizan materiales como soldadura,

fundentes o compuestos, deben ser adecuados para el uso y de un tipo que no cause daño a los conductores, sus aislamientos, la instalación o a los equipos.

NOTA: En muchas terminales y equipos se indica su par de apriete máximo.

a) Terminales, la conexión de los conductores a las terminales debe proporcionar una conexión segura, sin deterioro de los conductores y debe realizarse por medio de conectadores de presión (incluyendo tornillos de fijación), conectadores soldables o empalmes terminales flexibles.

Excepción: Se permite la conexión por medio de tornillos o pernos y tuercas de sujeción de cables y tuercas para conductores de tamaño nominal de $5,26 \text{ mm}^2$ (10 AWG) o menores.

b) Empalmes, los conductores deben empalmarse con dispositivos adecuados según su uso o con soldadura de bronce, soldadura al arco o soldadura con un metal de aleación fundible. Los empalmes soldados deben unirse primero, de forma que aseguren, antes de soldarse, una conexión firme, tanto mecánica como eléctrica. Los empalmes, uniones y extremos libres de los conductores deben cubrirse con un aislamiento equivalente al de los conductores o con un dispositivo aislante adecuado. Los conectadores o medios de empalme de los cables instalados en conductores que van directamente enterrados, deben estar listados para ese uso.

110-17.- Resguardo de partes vivas (de 600 V nominales o menos),

a) Partes vivas protegidas contra contacto accidental, excepto si en esta NOM se requiere o autoriza otra cosa, las partes vivas del equipo eléctrico que funcionen a 50 Volts o más deben estar resguardadas contra contactos accidentales por envolventes apropiadas o por cualquiera de los medios siguientes:

1) Estar ubicadas en un cuarto, bóveda o recinto similar accesible únicamente a personal calificado.

2) Mediante muros de materiales permanentes adecuados, tabiques o mamparas dispuestas de modo que sólo tenga acceso al espacio cercano a las partes vivas personal

calificado. Cualquier abertura en dichos muros o mampara debe ser dimensionada o estar situada de modo que no sea probable que las personas entren en contacto accidentalmente con las partes vivas o pongan objetos conductores en contacto con las mismas.

3) Estar situadas en un balcón, una galería o en una plataforma tan elevado y dispuesto de tal modo que no permita acceder a personal no-calificado.

4) Estar instaladas a 2,45 metros o más por encima del piso u otra superficie de trabajo.

Una vez redactado las disposiciones generales de esta NOM para la instalación eléctrica en una casa habitación, vamos entonces a escribir los artículos que corresponden a toda la instalación eléctrica, de igual manera en una casa habitación, conforme al siguiente listado:

4.2.- ALAMBRADO Y PROTECCIÓN

200.- USO E IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES PUESTOS A TIERRA

210.- CIRCUITOS DERIVADOS

- A. Disposiciones generales
- B. Clasificación de los circuitos derivados
- C. Salidas necesarias

215.- ALIMENTADORES

220.- CÁLCULO DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS, ALIMENTADORES Y ACOMETIDAS

- A. Disposiciones generales
- B. Alimentadores y acometidas

ARTÍCULO 200.- USO E IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES PUESTOS A TIERRA

200-1.- Alcance, en este Artículo se establecen los requisitos para (1) identificación de las terminales; (2) conductores puestos a tierra en el sistema de alambrado de usuarios; y

(3) identificación de los conductores puestos a tierra.

200-2.- General, los sistemas de alambrado de usuarios deben tener un conductor puesto a tierra que se identifique según 200-6. Cuando el conductor puesto a tierra esté aislado, el material del aislamiento debe ser (1) adecuado, además de una identificación del color, para cualquier otro conductor de fase del mismo circuito, o circuitos de menos de 1000 Volts o del neutro de instalaciones con neutro puesto a tierra a través de impedancia, de 1 kV y más, o (2) de una clasificación no-inferior a 600 Volts para sistemas con neutro conectado sólidamente a tierra, de 1 kV y más.

200-6.- Medios de identificación de los conductores puestos a tierra,

a) De tamaño nominal 13,3 mm² (6 AWG) o inferior, un conductor puesto a tierra aislado de tamaño nominal 13,3 mm² (6 AWG) o inferior, se debe identificar por medio de un forro exterior continuo blanco o gris claro, que le cubra en toda su longitud.

200-7.- Uso del color blanco o gris claro, sólo se debe utilizar un forro continuo blanco o gris claro en un conductor, o una marca de color blanco o gris claro en un extremo para identificar el conductor puesto a tierra.

200-9.- Medios de identificación de las terminales, la identificación de las terminales a las que va conectado el conductor puesto a tierra debe ser fundamentalmente de color blanco. La identificación de las demás terminales debe ser de un color distinto del blanco.

200-10.- Identificación de las terminales,

a) Terminales de dispositivos, todos los dispositivos dotados de terminales para la conexión de conductores y destinados para conectarlos a más de un lado del circuito, deben tener terminales debidamente marcadas para su identificación.

Excepción. 1: Cuando la conexión eléctrica de una terminal proyectada para conectarla al

conductor puesto a tierra, sea claramente evidente.

Excepción 2: Las terminales de los paneles de alumbrado y control de los circuitos derivados de iluminación y aparatos eléctricos.

Excepción 3: Los dispositivos con capacidad nominal de más de 30 Amperes, excepto las clavijas de conexión con polaridad y las bases de toma de corriente con polaridad para aparatos eléctricos, tal como se exige en 200-10(b).

b) Bases y clavijas de toma de corriente y conectadores, en las bases de toma de corriente, clavijas de aparatos eléctricos con polaridad y conectadores de cordones para toma de corriente con polaridad, debe identificarse la terminal destinada para su conexión al conductor puesto a tierra (blanco o gris claro).

NOTA: Véase 250-119, identificación de las terminales de conexión de los conductores de puesta a tierra de equipos y aparatos eléctricos.

ARTÍCULO 210.- CIRCUITOS DERIVADOS

A.- Disposiciones generales

210-1.- Alcance, este Artículo cubre a los circuitos derivados, excepto aquéllos que alimenten únicamente motores.

210-3.- Clasificación, los circuitos derivados de los que trata este Artículo se deben clasificar según la capacidad de conducción de corriente máxima, o según el valor de ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente. La clasificación de los circuitos derivados que no sean individuales debe ser de 15, 20, 30, 40 y 50 Amperes.

b) Unidades de vivienda, en las unidades de vivienda, un circuito derivado multipolar que suministre electricidad a más de un dispositivo o equipo en la misma salida, debe estar provisto con un medio para desconectar simultáneamente todos los conductores de fase en el panel de alumbrado y control de donde se origine el circuito derivado.

210-5.- Códigos de colores de los circuitos derivados,

b) Conductor de puesta a tierra de los equipos, el conductor de puesta a tierra de los equipos de un circuito derivado, se debe identificar por un color verde continuo o con una o más franjas amarillas, excepto si está desnudo.

210-6.- Limitaciones de tensión de los circuitos derivados,

a) Limitaciones por razón de la ocupación, en las unidades de vivienda y en las habitaciones de huéspedes de los hoteles, moteles y locales similares, la tensión eléctrica no debe superar 127 Volts nominales, entre los conductores que suministren corriente eléctrica a los terminales de:

1) Elementos de alumbrado.

2) Cargas de 1440 VA nominales o menos o de menos de 187 W (¼ CP), conectadas con cordón y clavija.

b) De 127 Volts entre conductores, Está permitido que los circuitos que no superen 127 Volts nominales entre conductores suministren corriente eléctrica a:

1) Los terminales de portalámparas que estén dentro de su tensión eléctrica nominal.

2) Los equipos auxiliares de lámparas de descarga.

3) Los equipos de utilización conectados con cordón y clavija o permanentemente.

210-7.- Receptáculos y conectadores para cordones,

a) Con conexión de puesta a tierra, los receptáculos instalados en circuitos derivados de 15 y 20 Amperes deben ser con conexión de puesta a tierra. Los receptáculos con conexión de puesta a tierra se deben instalar sólo en circuitos para la tensión y corriente eléctricas para las cuales están clasificados.

b) Para conectar a tierra, los receptáculos y conectadores para cordones que tengan contactos de conexión de puesta a tierra, deben

tener esos contactos puestos a tierra eficazmente.

c) Métodos de puesta a tierra, los contactos de tierra de los receptáculos y los conectadores para cordones se deben poner a tierra conectándolos al conductor de puesta a tierra del equipo del circuito de suministro del receptáculo o del conectador. El método de instalación del circuito derivado debe incluir o tener previsto un conductor de puesta a tierra para equipo, al cual se deben conectar los contactos de puesta a tierra del receptáculo o el conectador de cordón.

210-8.- Protección de las personas mediante interruptores con protección de falla a tierra,

a) Unidades de vivienda, todos los receptáculos en instalaciones monofásicas de 120 o 127 Volts de 15 y 20 Amperes, instalados en los lugares que se especifican a continuación, deben ofrecer protección a las personas mediante interruptor con protección de falla a tierra:

- 1) Las de los cuartos de baño.
- 2) Las de las cocheras y partes de las construcciones sin terminar situadas a nivel del piso, que se utilicen como zonas de almacén o de trabajo.
- 3) En exteriores.

B.- Clasificación de los circuitos derivados

210-19.- Conductores, Tamaño nominal del conductor y capacidad de conducción de corriente mínimos,

a) General, los conductores de los circuitos derivados deben tener una capacidad de conducción de corriente no-menor a la carga máxima que alimentan. Además, los conductores de circuitos derivados de salidas múltiples que alimenten a receptáculos para cargas portátiles conectadas con cordón y clavija, deben tener una capacidad de conducción de corriente no-menor a la capacidad nominal del circuito derivado. Los

cables armados cuyo conductor neutro sea más pequeño que los conductores de fase, deben marcarse de esa manera (indicando el tamaño del neutro).

b) Estufas y aparatos eléctricos de cocina domésticos, los conductores de los circuitos derivados de estufas domésticas, hornos montados en la pared y otros aparatos eléctricos de cocina domésticos, deben tener una capacidad de conducción de corriente no-inferior a la nominal del circuito derivado y no inferior a la carga máxima que deban alimentar.

c) Otras cargas, los conductores de circuitos derivados que suministren energía a cargas distintas de aparatos eléctricos de cocina, tal como se indica en el inciso anterior (b), deben tener una capacidad de conducción de corriente suficiente para las cargas conectadas y tamaño nominal no- inferior a 2,082 mm² (14 AWG).

210-21.- Dispositivos de salida, los dispositivos de salida deben tener una capacidad nominal de corriente eléctrica no-menor a la carga que van a alimentar y deben cumplir lo establecido en el siguiente inciso:

b) Receptáculos,

1) Un receptáculo sencillo instalado en un circuito derivado individual, debe tener una capacidad nominal no-menor a la de dicho circuito.

2) Cuando estén conectados a un circuito derivado que suministre energía, a dos o más receptáculos o salidas, un receptáculo no debe alimentar a una carga total de aparatos eléctricos conectados con cordón y clavija, que exceda el máximo especificado en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1.- Carga máxima a un receptáculo para aparatos eléctricos con cordón y clavija

Capacidad de conducción de corriente nominal del circuito (A)	Capacidad de conducción de corriente admisible de la base (A)	Carga máxima (A)
15 o 20	15	12
20	20	16
30	30	24

210-22.- Cargas máximas, la carga total no debe exceder la capacidad nominal del circuito derivado.

c) **Otras cargas**, la capacidad nominal de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados que alimenten a cargas continuas, tales como el alumbrado de las tiendas y cargas similares, no debe ser inferior a la carga no-continua más 125% de la carga continua. El tamaño nominal mínimo de los conductores del circuito derivado, sin aplicación de ningún factor de ajuste, deberá tener una capacidad de conducción de corriente igual o superior a la de la carga no-continua más 125% de la carga continua.

210-23.- Cargas permisibles, en ningún caso la carga debe exceder a la capacidad nominal del circuito derivado. Estará permitido que un circuito derivado individual suministre energía a cualquier tipo de carga dentro de su valor nominal. Un circuito derivado que suministre energía a dos o más salidas o receptáculos, sólo debe alimentar a las cargas especificadas de acuerdo con el tamaño nominal del conductor en el siguiente inciso.

a) **Circuitos derivados de 15 y 20 Amperes**, se permite que los circuitos derivados de 15 o 20 Amperes alimenten a unidades de alumbrado, otros equipos de utilización o una combinación de ambos. La capacidad nominal de cualquier equipo de utilización conectado mediante cordón y clavija no debe superar 80% de la capacidad nominal del circuito derivado. Cuando el equipo alimente a unidades de alumbrado o a equipos de utilización con cable y clavija no-fijos o a ambos a la vez, la capacidad nominal total del equipo de utilización fijo no debe superar 50% de la capacidad nominal del circuito derivado.

Excepción: Los circuitos derivados para aparatos eléctricos pequeños y el circuito derivado para lavadora de las unidades de vivienda, especificados en 220-4(b) y (c), sólo deben alimentar a las salidas de receptáculos especificadas en dicha Sección.

C.- Salidas necesarias

210-50.- Disposiciones generales, se debe instalar salidas toma corriente como se especifica a continuación.

a) **Cordón colgante**, un conector de cordón que esté soportado en un cordón colgante instalado permanentemente, se considerará como salida para receptáculo.

b) **Conexiones de cordón**, se debe instalar una salida para receptáculo siempre que se utilicen cordones flexibles con clavija de conexión. Cuando se permita que los cordones flexibles estén conectados permanentemente, se permitirá suprimir los receptáculos para dichos cordones.

c) **Salidas para aparatos eléctricos**, las salidas para receptáculos instaladas en una vivienda con aparatos eléctricos específicos, tales como lavadoras, deberán instalarse a menos de 1,8 metros del lugar definido para colocar el aparato eléctrico.

210-52.- Salidas para receptáculos en unidades de vivienda,

a) **Disposiciones generales**, con objeto de reducir el uso de cordones a través de puertas, chimeneas y aberturas similares, en cada cocina, sala de estar, comedor, recibidor, vestíbulo, biblioteca, terraza, recámara, cuarto de recreo o cualquier habitación similar, se debe instalar salidas para receptáculos de modo que cubran las necesidades particulares de cada local, independientemente de satisfacer lo que para el efecto señalen otras disposiciones normativas o reglamentarias expedidas por las autoridades rectoras en materia de construcciones.

b) **Pequeños aparatos eléctricos**, deben instalarse, por lo menos, dos circuitos derivados de 20 Amperes. según se requiere en 220-4(b), para los receptáculos ubicados en la cocina, desayunador, comedor, sala o áreas similares en las unidades de vivienda (incluyendo el cuarto de lavado de ropa y el equipo de refrigeración en cocinas), a los cuales probablemente se

conecten aparatos eléctricos mayores a 3 Amperes. Estos circuitos no deben alimentar a otras salidas que no sean los receptáculos mencionados.

c) *Receptáculos mostradores*, en las cocinas, baños y comedores de las unidades de vivienda los receptáculos no se deben instalar con la cara hacia arriba en las superficies de trabajo o en barras de los lavabos de los cuartos de baño.

d) *Sótanos y cocheras*, en las viviendas unifamiliares, en cada sótano y en cada cochera adyacentes y en las cocheras independientes con instalación eléctrica, se debe instalar por lo menos una salida para receptáculo, además de la prevista para la lavadora, véanse 210-8(a)(2).

e) *Áreas de lavado*, en unidades de vivienda se debe instalar por lo menos un receptáculo para lavadora.

210-70.- Salidas requeridas para alumbrado, las salidas para alumbrado se deben instalar donde se especifica a continuación:

a) *Unidad o unidades de vivienda*, en cada cuarto habitable, baño, vestíbulo, escalera, cochera independiente y entrada o salida exteriores, se deben instalar salidas para alumbrado en cantidad suficiente para cubrir las necesidades particulares de cada local. Las salidas para alumbrado deben estar controladas por medio de interruptores de pared (apagadores) instalados dentro del mismo lugar que controlan.

Excepción 1: En los cuartos habitables distintos de las cocinas y cuartos de baño, en los cuales es frecuente instalar uno o más interruptores de pared para controlar las salidas de alumbrado, se pueden sustituir éstas, con cualquier otro dispositivo que permita un control automático de las condiciones de iluminación de la habitación. En vestíbulos, escaleras, y accesos al exterior, se permite el control remoto, central o automático del alumbrado.

ARTÍCULO 220.- CÁLCULO DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS, ALIMENTADORES Y ACOMETIDAS

A.- Disposiciones generales

220-1.- Alcance, este Artículo establece los requisitos para determinar el número de circuitos derivados necesarios y calcular las cargas de los circuitos derivados, de los alimentadores y de las acometidas.

220-2.- Tensiones eléctricas, si no se especifican otras tensiones eléctricas, para el cálculo de cargas del alimentador y de los derivados, se deben aplicar las tensiones eléctricas nominales de 120, 127, 120/240, 220Y/127, 208Y/120, 220, 440, 460, 480Y/277, 480, 600Y/347 y 600 Volts.

220-3.- Cálculo de los circuitos derivados, las cargas de los circuitos derivados se deben calcular como se indica en los siguientes incisos:

a) *Cargas continuas y no continuas*, la capacidad nominal del circuito derivado no debe ser inferior a la carga no-continua más 125% de la carga continua. El tamaño nominal mínimo de los conductores del circuito derivado, sin aplicar ningún factor de ajuste o corrección, debe permitir una capacidad de conducción de corriente igual o mayor que la de la carga no-continua, más 125% de la carga continua.

c) *Otras cargas-todas las construcciones*,
7) Otras salidas 180 VA por salida. Para salidas en receptáculos, cada receptáculo sencillo o múltiple instalado en el mismo puente se debe considerar a no-menos de 180 VA.

220-4.- Circuitos derivados requeridos, los circuitos derivados para alumbrado y aparatos eléctricos, incluidos aparatos eléctricos operados por motor, deben estar previstos para las cargas calculadas según 220-3. Además se deben instalar circuitos derivados para las cargas no específicas, que no estén cubiertas por 220-3, si así lo exige esta NOM. Para pequeños aparatos eléctricos tal como se especifica en el

siguiente Apartado (b) y para lavadoras, tal como se indica en el próximo Apartado (c).

a) Número de circuitos derivados, el número mínimo de circuitos derivados se debe establecer a partir de la carga total calculada y del tamaño nominal del conductor de los circuitos utilizados. En todas las instalaciones, el número de circuitos debe ser suficiente para suministrar corriente eléctrica a la carga conectada. En ningún caso la carga de un circuito debe superar el máximo fijado en 210 22.

b) Circuitos derivados para pequeños aparatos eléctricos en unidades de vivienda, además del número de circuitos derivados determinado según el anterior Apartado (a), deben existir dos o más circuitos derivados de 20 A para pequeños aparatos eléctricos. En todas las salidas para receptáculos especificadas en 210-52 para pequeños aparatos eléctricos.

c) Circuitos para lavadoras en unidades de vivienda, además del número de circuitos derivados determinado según los anteriores apartados (a) y (b), debe existir al menos otro circuito de 20 Amperes. para conectar las salidas para receptáculos de lavadoras exigidas en 210-52(e). Este circuito no debe tener otras salidas.

d) Equilibrio de cargas entre circuitos derivados, cuando se calcule la carga sobre la base de VA/m², la instalación hasta e incluyendo el panel o paneles de alumbrado y control de los circuitos derivados, deben estar previstas para alimentar cargas no-inferiores a las calculadas. Esta carga se debe distribuir uniformemente entre los distintos circuitos derivados, con varias salidas, que se inicien en el mismo panel. Sólo se deben instalar dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados de acuerdo a la carga conectada.

B.- Alimentadores y acometidas

220-10.- Disposiciones generales,

a) Capacidad de conducción de corriente y cálculo de cargas, los conductores de los alimentadores deben tener una capacidad de conducción de corriente suficiente para suministrar energía a las cargas conectadas. En ningún caso la carga calculada para un alimentador debe ser inferior a la suma de las cargas de los circuitos derivados conectados, tal como se establece en la parte A de este Artículo y después de aplicar cualquier factor de demanda permitido.

b) Cargas continuas y no-continuas, cuando un alimentador suministre energía a cargas continuas o a una combinación de cargas continuas y no-continuas, la capacidad nominal del dispositivo de protección contra sobrecorriente no debe ser inferior a la carga no-continua, más 125% de la carga continua. El tamaño nominal mínimo de los conductores del alimentador, sin aplicar ningún factor de ajuste o corrección, debe permitir una capacidad de conducción de corriente igual o mayor que la de la carga no-continua más 125% de la carga continua.

220-11.- Alumbrado general, los factores de demanda se deben aplicar a la parte de la carga total calculada para el alumbrado general. No se deben aplicar en el cálculo del número de circuitos derivados para alumbrado general.

220-16.- Cargas para pequeños aparatos eléctricos y lavadoras en unidades de vivienda,

a) Cargas del circuito de pequeños aparatos eléctricos, en cada unidad de vivienda, la carga del alimentador se debe calcular a 1500 VA. por cada circuito derivado de dos conductores requerido en 220-4(b) para pequeños aparatos eléctricos conectados a receptáculos de 15 o 20 Amperes en los circuitos derivados de 20 Amperes de la cocina, despensa, comedor y desayunador. Cuando la carga se subdivide entre dos o más alimentadores, la carga calculada para cada uno debe incluir no-menos de 1500 VA por cada circuito de dos conductores para pequeños aparatos eléctricos. Se permite que estas cargas se incluyan con la carga de alumbrado general y

se apliquen los factores de demanda permitidos para las cargas de alumbrado general.

b) Carga del circuito de lavadora, la carga del alimentador se debe calcular a no menos de 1500 VA por cada circuito derivado de dos conductores para lavadora que se exija en 220-4(c). Se permite que estas cargas se incluyan con la carga de alumbrado general y se apliquen los factores de demanda permitidos para las cargas de alumbrado general.

220-17.- Carga de aparatos eléctricos en unidades de vivienda, se permite aplicar un factor de demanda de 75% de la capacidad nominal de cuatro o más aparatos eléctricos fijos que no sean estufas eléctricas, secadoras, equipo de calefacción eléctrica o de aire acondicionado, conectado al mismo alimentador en viviendas uni, bi y multifamiliares.

230.- ACOMETIDAS,

- A. Disposiciones generales
- B. Conductores de acometida aérea
- C. Acometidas subterráneas
- D. Conductores de entrada de acometida
- E. Equipo de acometida - Disposiciones generales
- F. Equipo de acometida - Medios de desconexión
- G. Equipo de acometida - Protección contra sobrecorriente

ARTÍCULO 230.- ACOMETIDAS

230-1.- Alcance. Este Artículo cubre a los conductores y equipos de acometida, dispositivos para el control, medición y protección de las acometidas así como de los requisitos para su instalación.

A.- Disposiciones generales

230-2.- Número de acometidas,

a) Número, un edificio u otra estructura a la que se suministre energía eléctrica debe tener sólo una acometida.

Excepción 3: En edificios con ocupación múltiple. Por permiso especial, en edificios con ocupación múltiple cuando no haya espacio suficiente para equipo de acometida accesible a todos ellos.

Excepción 4: Por capacidad. Se permiten dos o más acometidas:

a) Cuando se requiera una capacidad de más de 2000 Amperes, a una tensión eléctrica de alimentación de 600 Volts o menos, o

b) Cuando los requisitos de carga de una instalación monofásica sean superiores a los que la compañía eléctrica suministra normalmente a través de una sola acometida, o

c) Por permiso especial.

230-3.- Un edificio u otra estructura no debe estar alimentado desde otro, los conductores de acometida de un edificio u otra estructura no deben pasar a través del interior de otro edificio o estructura.

230-7.- Otros conductores en canalizaciones o cables, los conductores que no sean los de acometida no se deben instalar en la misma canalización ni en el cable que los de la acometida.

Excepción 1: Conductores de puesta a tierra y puentes de unión.

Excepción 2: Conductores de equipo de control de carga que tenga protección contra sobrecorriente.

230-9.- Separación con puertas, ventanas y similares, los conductores de acometida instalados como conductores expuestos o cables multi-conductores sin cubierta exterior, deben tener una separación mínima de 914 mm. de las ventanas que se puedan abrir, puertas, porches, balcones, escaleras, peldaños, salidas de emergencia o similares.

B.- Conductores de acometida aérea

230-21.- A los conductores de acometida aérea hasta un inmueble o a otra estructura (como un poste) en los que se instale un medidor o un medio de desconexión, se les debe considerar como acometida aérea y deben ser instalados como tal.

230-22.- Aislamiento o cubierta, los conductores de acometida deben soportar normalmente la exposición a los agentes atmosféricos y a otras condiciones de uso, sin que se produzcan fugas de corriente eléctrica perjudiciales. Los conductores individuales deben estar aislados o cubiertos con un termoplástico extruido o con un aislante termofijo.

Excepción: Está permitido que el conductor de tierra de un cable multi-conductor esté desnudo.

230-23.- Tamaño y capacidad nominal del conductor,

a) Disposiciones generales, los conductores deben tener suficiente capacidad de conducción de corriente para transportar la corriente eléctrica de la carga alimentada y calculada, según el Artículo 220, y deben tener una resistencia mecánica adecuada.

b) Tamaño nominal mínimo del conductor, los conductores deben tener un tamaño nominal no-menor a $8,367 \text{ mm}^2$ (8 AWG) si son de cobre o a $13,3 \text{ mm}^2$ (6 AWG) si son de aluminio.

230-24.- Separaciones o “claros”, las separaciones verticales de todos los conductores de una acometida aérea se deben basar en una temperatura del conductor de 20°C , sin viento y con remate en el conductor o en el cable. Los conductores de acometida aérea no deben ser fácilmente accesibles y, en las acometidas menores a 600 Volts nominales, deben cumplir las siguientes condiciones:

a) Sobre los techos de los inmuebles, los conductores deben tener una separación vertical no-menor a 2,45 metros por encima de la superficie de los techos. La separación vertical sobre el nivel del techo se debe mantener a una

separación no-menor a 1,0 metro del borde del techo en todas las direcciones.

Excepción 2: Cuando la tensión eléctrica entre conductores no supere 300 Volts y el techo tenga una pendiente no-menor a $1/3$ se permite una reducción de la separación a 1 metro.

Excepción 3: Cuando la tensión eléctrica entre conductores no supere 300 Volts, la separación del techo puede reducirse hasta en 0,5 metros, si: (1) los conductores de la acometida pasan sobre el alero del techo en una longitud no-menor a 1,20 metros y la parte menor de la acometida a 1,85 metros, y (2) terminan en una canalización de entrada o en un soporte aprobado.

b) Separación vertical del piso, los conductores de acometida aérea de no-más de 600 Volts nominales, deben cumplir lo siguiente:

-3,00 metros a la entrada de la acometida eléctrica a los inmuebles y además en el punto más bajo de la curva de goteo del cable aéreo a la entrada eléctrica del inmueble y las áreas sobre el piso terminado, aceras o cualquier plataforma accesible sólo para peatones, medidos desde el nivel final o superficie accesible desde los que se puedan alcanzar, cuando los conductores de alimentación estén limitados a 150 Volts a tierra.

-3,60 metros sobre inmuebles residenciales y sus accesos y sobre las zonas comerciales no sujetas a tráfico de camiones, cuando la tensión eléctrica esté limitada a 300 Volts a tierra.

-4,5 metros en las zonas de 3,6 metros, cuando la tensión eléctrica supere 300 Volts a tierra.

-5,5 metros sobre la vía pública, calles o avenidas, zonas de estacionamiento con tráfico de vehículos de carga, vialidad en zonas no residenciales y otras áreas atravesadas por vehículos, tales como sembradíos, bosques, huertos o pastizales.

230-26.- Punto de fijación, el punto de fijación de los conductores de acometida aérea a un inmueble u otra estructura debe estar a la separación mínima especificada en 230-24. En

ningún caso, este punto de fijación debe estar a menos de 3 metros del piso terminado.

230-27.- Medios de fijación, los cables multi-conductores utilizados en las acometidas aéreas se deben sujetar a los inmuebles u otras estructuras, por medio de accesorios o herrajes aprobados e identificados para su uso con conductores de acometida. Las acometidas con línea abierta deben fijarse con accesorios aprobados e identificados para el uso con conductores de acometida o aisladores no combustibles ni absorbentes, sólidamente fijados al inmueble o estructura.

230-28.- Mástiles de acometida como soporte, cuando se utilice un mástil de acometida como soporte de los conductores de acometida aérea, debe ser de una resistencia adecuada o estar sujeto por abrazaderas o por alambres de retención que soporten con seguridad los esfuerzos que origina el cable de acometida. Cuando los mástiles que se utilizan sean de tipo canalización, todos los accesorios deben ser adecuados para su uso con mástiles de acometida. Sólo los conductores de acometida aérea deberán estar sujetos a un poste de acometida.

C.- Acometidas subterráneas

230-30.- Aislamiento, los conductores de acometida subterránea deben soportar las condiciones atmosféricas y otras circunstancias de uso, sin que se produzcan fugas de corriente eléctrica perjudiciales. Los conductores de acometida subterránea deben tener aislamiento para la tensión eléctrica aplicada.

Excepción: Se permite que el conductor puesto a tierra no tenga aislamiento, en los casos siguientes:

- a) Un conductor de cobre desnudo en una canalización.
- b) Un conductor de cobre desnudo directamente enterrado, si se estima que el cobre es adecuado para las condiciones del suelo.
- c) Un conductor de cobre desnudo directamente enterrado, sin tener en cuenta las

condiciones del suelo, si forma parte de un cable especificado para uso subterráneo.

d) Un conductor de aluminio o de cobre revestido de aluminio sin aislamiento o cubierta individual, si forma parte de un cable especificado para uso subterráneo directamente enterrado o dentro de una canalización enterrada.

230-31.- Tamaño y capacidad nominales del conductor,

a) **Disposiciones generales,** los conductores de la acometida subterránea deben tener suficiente capacidad de conducción de corriente para transportar la que se ha calculado en la carga, según el Artículo 220, y deben tener una resistencia mecánica adecuada.

b) **Tamaño nominal mínimo del conductor,** los conductores deben tener un tamaño nominal del conductor no-menor a $8,367 \text{ mm}^2$ (8 AWG), si son de cobre o a $13,3 \text{ mm}^2$ (6 AWG) si son de aluminio.

D.- Conductores de entrada de acometida

230-40.- Conjuntos de conductores de entrada de acometida, cada acometida aérea o subterránea sólo se debe conectar a un conjunto de conductores de entrada de acometida.

Excepción 3: Se permite que una vivienda unifamiliar y una estructura separada tengan un grupo de conductores de entrada de acometida que vayan a cada una de ellas desde una única acometida aérea o subterránea.

230-41.- Aislamiento de conductores de entrada de acometida, los conductores de entrada de acometida deben soportar las condiciones atmosféricas y otras circunstancias de uso, sin que se produzcan fugas de corriente eléctrica perjudiciales. Los conductores de entrada de acometida que entren en un inmueble o estructura o en su exterior, deben estar aislados.

Excepción: Se permite que haya un conductor puesto a tierra sin aislar, en las siguientes circunstancias:

a) Un conductor de cobre desnudo en una canalización.

b) Un conductor de cobre desnudo directamente enterrado, si se estima que el cobre es adecuado a las condiciones del suelo.

c) Un conductor de cobre desnudo, directamente enterrado con independencia de las condiciones del suelo, si forma parte de un cable identificado para uso subterráneo.

d) Un conductor de aluminio sin aislante o cubierta individual, si forma parte de un cable identificado para su uso en una canalización subterránea o directamente enterrado.

230-42.- Tamaño nominal y capacidad de conducción de corriente del conductor,

a) **Disposiciones generales,** los conductores de entrada de acometida deben tener suficiente capacidad de conducción de corriente para transportar la misma para la que se ha calculado la carga, según se indica en el Artículo 220.

b) **Conductores de fase,** los conductores de fase deben tener una capacidad de conducción de corriente no-menor a:

1) 100 Amperes, a tres conductores para el servicio de una vivienda unifamiliar con seis o más circuitos derivados de dos conductores.

2) 100 Amperes a tres conductores para el servicio de una vivienda unifamiliar, con una carga inicial neta calculada de 10 kVA o más.

3) 60 Amperes, para las demás cargas.

230-46.- Conductores sin empalmes, los conductores de entrada de acometida no deben presentar empalmes.

Excepción 1: Se permiten conexiones mediante conectadores o pernos en las envolventes de medidores.

Excepción 2: Cuando los conductores de entrada de acometida estén derivados para alimentar grupos de dos a seis medios de desconexión agrupados en un mismo lugar.

230-51.- Soportes y herrajes, los cables o conductores individuales de acometida expuestos, deben ir sujetos como se especifica a continuación.

a) **Cables de acometida,** los cables de acometida deben sujetarse con abrazaderas u otro medio adecuado situado a menos de 30 cm de cada mufa de acometida, curva de goteo o entrada en una canalización o envolvente y a intervalos que no pasen de 76 cm.

E.- Equipo de acometida – Disposiciones generales

230-62.- Equipo de acometida. Cubierto o resguardado, las partes energizadas del equipo de acometida deben cubrirse como se especifica en el Apartado (a) o protegerse como se especifica en (b):

a) **Cubiertos,** las partes energizadas deben estar cubiertas de manera que no queden expuestas a contactos accidentales.

b) **Resguardados,** las partes energizadas que no estén cubiertas deben instalarse dentro de un tablero de distribución, panel de alumbrado y control o de control, y deben estar resguardadas de acuerdo con lo indicado en 110-17. Dichas cubiertas deben estar provistas de cerradura con llave o de puertas selladas, las cuales den acceso a las partes energizadas.

230-63.- Puesta a tierra y puente de unión, el equipo de acometida, canalizaciones, blindajes de los cables, cubiertas metálicas de los conductores, etc. y cualquier conductor de acometida, que deba conectarse a tierra, debe hacerse de acuerdo con el Artículo 250

230-65.- Corriente eléctrica de cortocircuito disponible, el equipo de acometida debe ser adecuado para soportar la corriente eléctrica de cortocircuito disponible en sus terminales de alimentación.

F.- Equipo de acometida - Medios de desconexión

230-70.- Disposiciones generales, en un inmueble u otra estructura deberá proveerse de un medio para desconectar todos los

conductores a partir de los conductores de entrada de acometida.

a) Ubicación, los medios para desconectar la acometida deben ser instalados, ya sea dentro o fuera de un edificio u otra estructura, en un lugar de rápido acceso en el punto más cercano de entrada de los conductores de acometida y a una distancia no-mayor a 5 metros del equipo de medición. El medio de desconexión de la acometida no se debe instalar en cuartos de baño.

b) Marcado, cada medio de desconexión debe estar marcado permanentemente para identificarlo como tal.

230-71.- Número máximo de desconectores,

a) Disposiciones generales, el medio de desconexión de la acometida para cada una de ellas debe consistir en no-más de seis interruptores o seis interruptores automáticos de circuitos instalados en un solo envolvente, en un grupo de envolventes independientes o en un tablero de control. No debe haber más de seis desconectores de acometida agrupados en un solo lugar.

Excepción: Para lo establecido en esta Sección, los medios de desconexión utilizados únicamente en el circuito de control del sistema de protección contra fallas a tierra instalado como parte del equipo aprobado y listado, no debe considerarse medio de desconexión de la acometida.

b) Dispositivos unipolares, en los circuitos de alambrados múltiples se permiten dos o tres interruptores o interruptores automáticos unipolares, que puedan funcionar por separado, un polo para cada conductor de fase, como medio de desconexión para varios polos, siempre que estén equipados con manijas manuales o con una manija maestra para desconectar todos los conductores de la acometida sin hacer más de seis movimientos con la mano.

230-72.- Agrupamiento de medios de desconexión,

a) Disposiciones generales, los dos a seis desconectores permitidos en el artículo anterior deben estar agrupados. Cada medio de desconexión debe estar marcado para indicar la carga que soporta.

Excepción: Se permite que uno de los dos a seis medios de desconexión permitidos en 230-71, esté situado en forma remota de los restantes medios de desconexión si se utiliza sólo para una bomba de agua que sirva también como bomba contra incendios.

c) Acceso a los ocupantes, en inmuebles con diversas actividades y ocupantes, todos los habitantes deben tener acceso a los medios de desconexión de la acometida.

230-74.- Apertura simultánea de los polos, cada medio de desconexión de acometida debe desconectar simultáneamente todos los conductores de fase controlados por el sistema de alambrado del usuario.

230-75.- Desconexión del conductor puesto a tierra, cuando el medio de desconexión de la acometida no desconecte el conductor de tierra del sistema de alambrado del usuario, debe instalarse otro medio en el equipo de acometida. Para tal fin, se puede instalar una terminal o barra a la que se conecten todos los conductores de tierra mediante conectores de presión. En un tablero de distribución dividido en varias partes debe haber un medio de desconexión para el conductor puesto a tierra en cada una de las partes, siempre que estén así marcadas.

230-76.- Operación manual o eléctrica, los medios de desconexión de los conductores de fase de la acometida deben consistir en:

1) Un desconector de accionamiento manual o un interruptor automático, equipado con una manija u otro medio adecuado para su accionamiento, o;

2) Un desconector accionado eléctricamente o un interruptor automático equipado de forma que se pueda abrir

manualmente en el caso de falla de suministro de energía.

230-77.- *Indicación de la posición*, los medios de desconexión deberán indicar claramente si está en posición abierto o cerrado.

230-78.- *Accionable desde afuera*, un medio de desconexión de la acometida instalado en un envoltente debe ser accionable desde afuera, sin que el operador se exponga a contacto con partes energizadas.

Excepción: Un interruptor accionado eléctricamente o un interruptor automático no requiere ser accionable a mano desde afuera, en posición cerrado.

230-79.- *Capacidad del equipo de desconexión*, los medios de desconexión de la acometida deben tener una capacidad nominal no-menor que la carga a servir determinada según el Artículo 220. En ningún caso ese valor debe ser menor al especificado en los siguientes apartados:

b) *Instalaciones para dos circuitos*, en instalaciones que consistan en no-más de dos circuitos derivados de dos conductores, los medios de desconexión de la acometida deben tener una capacidad no-menor a 30 Amperes.

c) *Viviendas unifamiliares*, en viviendas unifamiliares, el medio de desconexión de la acometida debe tener una capacidad no-menor a 100 Amperes en tres conductores, siempre que se dé alguna de las siguientes circunstancias: (1) si la carga calculada inicialmente es de 10 kVA o más, o (2) si la instalación inicial consiste en seis o más circuitos derivados de dos conductores.

230-81.- *Conexión a las terminales*, los conductores de la acometida deberán conectarse a los medios de desconexión de la acometida, mediante conectadores a presión, mordazas u otros accesorios adecuados.

No se deben utilizar conexiones que dependan de soldaduras.

G.- Equipo de acometida - Protección contra sobrecorriente

230-90.- *Cuándo es necesario*, Todos los conductores de fase de la acometida deben tener protección contra sobrecorriente.

a) *Conductores de fase*, dicha protección debe consistir en un dispositivo contra sobrecorriente en serie con cada conductor de fase de la acometida que tenga una capacidad nominal no-superior a la capacidad de conducción de corriente del conductor.

b) *No en un conductor puesto a tierra*, en un conductor de acometida puesto a tierra no se debe intercalar ningún dispositivo de protección contra sobrecorriente, excepto un interruptor automático que abra simultáneamente a todos los conductores del circuito.

230-91.- *Ubicación de la protección contra sobrecorriente*

a) *Disposiciones generales.*, el dispositivo de protección contra sobrecorriente debe formar parte integrante del medio de desconexión de la acometida y debe estar situado en un lugar adyacente a ellos.

c) *Acceso a los ocupantes*, en un inmueble con varios ocupantes, todos ellos deben tener acceso a los dispositivos de protección contra sobrecorriente.

240.- PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE

- A. Disposiciones generales
- B. Localización
- C. Envoltentes
- D. Desconexión y resguardo
- E. Fusibles a presión, portafusibles y adaptadores
- F. Fusibles y portafusibles de cartucho
- G. Interruptores automáticos de circuito

ARTÍCULO 240.- PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE

240-1.- Alcance, las Partes A a la G de este Artículo cubren los requisitos generales para la protección contra sobrecorriente y los dispositivos de protección contra sobrecorriente para no más de 600 Volts nominales.

A.- Disposiciones generales

240-4.- Protección de los cordones flexibles y cables de aparatos eléctricos, los cordones flexibles, incluidos los de Tinsel y las extensiones, se deben proteger contra sobrecorriente según su capacidad de conducción de corriente. Los cables de aparatos eléctricos se deben proteger contra sobrecorriente de acuerdo con su capacidad de conducción de corriente.

Excepción 2: Cuando el cable del aparato se conecte a un circuito derivado de 120, 127 Volts o más como se indica en el Artículo 210, de acuerdo con lo siguiente:

-Circuitos de 20 Amperes, 0,8235 mm² (18 AWG) hasta 15,2 metros de largo.

-Circuitos de 20 Amperes, 1,307 mm² (16 AWG) hasta 30,5 metros de largo.

-Circuitos de 20 Amperes, 2,082 mm² (14 AWG) y mayor.

-Circuitos de 30 Amperes, 2,082 mm² (14 AWG) y mayor.

-Circuitos de 40 Amperes, 3,307 mm² (12 AWG) y mayor.

-Circuitos de 50 Amperes, 3,307 mm² (12 AWG) y mayor.

240-8. Fusibles o interruptores automáticos de circuitos en paralelo, los fusibles, interruptores de circuitos o combinaciones de ambos no se deben conectar en paralelo.

B.- Localización

240-21. Localización en el circuito, el dispositivo de sobrecorriente se debe conectar a cada conductor de fase del circuito, del siguiente modo:

a) Alimentadores y circuitos derivados, los conductores de los alimentadores y de los circuitos derivados deben estar protegidos por dispositivos de protección contra sobrecorriente conectados en el punto en el que los conductores reciben la energía.

n) Conductores de acometida, se permite que los conductores en derivación de la acometida se protejan con dispositivos de sobrecorriente como se indica en 230-91.

240-22.- Conductores puestos a tierra, ningún dispositivo de sobrecorriente se debe conectar en serie a un conductor que esté intencionadamente puesto a tierra.

240-24.- Ubicación en el sistema de alambrado de usuarios,

a) Fácilmente accesibles, los dispositivos de sobrecorriente deben ser fácilmente accesibles.

c) No expuestos a daño físico. Los dispositivos de sobrecorriente deben estar situados donde no queden expuestos a daño físico.

d) Alejados de materiales fácilmente combustibles, los dispositivos de sobrecorriente no deben estar colocados cerca de materiales fácilmente combustibles, como en muebles guardarropa.

e) Fuera de los cuartos de baño, en unidades de vivienda y en habitaciones de huéspedes de hoteles y moteles, los dispositivos de sobrecorriente que no sean los de protección suplementaria contra sobrecorriente, no deben estar situados en los cuartos de baño.

C.- Envolvertes

240-30.- General, los dispositivos de sobrecorriente deben estar encerrados en envolventes o cajas para cortacircuitos

Excepción 3: Se permite que la manija de accionamiento de un interruptor sea accesible sin necesidad de abrir ninguna puerta o tapa.

240-33.- Posición vertical, las cubiertas de dispositivos de sobrecorriente se deben montar en posición vertical.

D.- Desconexión y resguardo

240-40.- Medios de desconexión para los fusibles, se deben instalar medios de desconexión en el lado de suministro de todos los fusibles en circuitos de más de 150 Volts a tierra y en los fusibles de cartucho de cualquier tensión eléctrica, cuando sean accesibles a personal no-calificado, de modo que cada circuito protegido con fusible se pueda desconectar independientemente de la fuente de energía eléctrica.

240-41.- Partes que puedan formar arco eléctrico o moverse de repente, las partes que puedan formar arco eléctrico o moverse de repente deben cumplir con las siguientes disposiciones:

a) Localización, los fusibles e interruptores deben estar situados o blindados de manera que las personas que los manipulen no se quemem ni sufran otro tipo de daño.

b) Partes que se mueven de repente, las manijas o palancas de los interruptores y otras partes similares que se pueden mover de repente de modo que pudieran herir a las personas que hubiera en la cercanía, deben estar resguardadas o separadas.

E.- Fusibles a presión, portafusibles y adaptadores

240-50.- Disposiciones generales,

a) Tensión eléctrica máxima, no se deben utilizar fusibles a presión ni portafusibles en circuitos de más de 127 Volts entre conductores.

b) Marcas, todos los fusibles, portafusibles y adaptadores deben llevar una marca con su capacidad nominal.

d) Sin partes energizadas, los fusibles a presión, portafusibles y adaptadores no deberán tener partes energizadas expuestas, después de que hayan quedado instalados.

e) De base roscada, la base roscada de un portafusibles se debe conectar al lado de la carga del circuito.

G.- Interruptores automáticos de circuito

240-80. Modo de funcionamiento, los interruptores automáticos de circuitos deben ser de disparo libre y se deben poder abrir o cerrar manualmente. Se permitirá su modo normal de funcionamiento, por ejemplo eléctrico o neumático, si además cuentan con medios para su accionamiento manual.

Excepción: Lo establecido en 230-76(2) para los interruptores automáticos de circuitos utilizados como medios de desconexión de la acometida.

240-81.- Indicación, los interruptores automáticos de circuitos deben indicar claramente si están en posición abierta “desconectado” o cerrada “conectado”. Cuando las manijas de los interruptores automáticos de circuitos se accionen verticalmente en vez de rotacional u horizontalmente, la posición de circuito cerrado debe ser con la manija hacia arriba.

240-82.- No manipulables, un interruptor automático de circuito debe estar diseñado de modo que cualquier alteración de su punto de disparo (calibración) o del tiempo necesario para su funcionamiento, exija desmontar el dispositivo o romper un sello para realizar ajustes distintos a los previstos.

240-83.- Marcas,

a) Duraderas y visibles, los interruptores automáticos de circuitos deben estar marcados

con su capacidad de corriente eléctrica nominal de forma duradera y visible después de instalarlos. Se permite que tales marcas sean visibles quitando una tapa o protección.

b) Localización, los interruptores automáticos de circuitos de 100 Amperes nominales o menos y 600 Volts nominales o menos deberán llevar su capacidad de corriente eléctrica nominal moldeada, estampada, grabada o marcada de algún modo similar en la manija de operación o en cualquier parte de su escudo.

c) Corriente de interrupción, todos los interruptores automáticos de circuitos con corriente de interrupción distinta de 5000 Amperes deben llevar visible el valor de su corriente de interrupción

e) Marcado de la tensión eléctrica, los interruptores se deben marcar con una tensión eléctrica nominal no-inferior a la tensión nominal del sistema, que sea indicativa de su capacidad de interrumpir corrientes eléctricas de falla entre fases o entre fase y tierra.

ARTÍCULO 250.- PUESTA A TIERRA

A.- Disposiciones generales

250-1.- Alcance, este Artículo cubre los requisitos generales para la puesta a tierra y sus puentes de unión en las instalaciones eléctricas y, además, los requisitos específicos que se indican a continuación:

a) En sistemas, circuitos y equipos en los que se exige, se permite o donde no se permite que estén puestos a tierra.

b) El conductor del circuito que es puesto a tierra en sistemas puestos a tierra.

c) Ubicación de las conexiones a tierra.

d) Tipos y tamaños nominales de los conductores, puentes de unión y electrodos de conexión para puesta a tierra.

e) Métodos de puesta a tierra y puentes de unión.

f) Condiciones en las que se puede sustituir a los resguardos, separaciones o aislamiento por la puesta a tierra.

NOTA 1: Los sistemas se conectan a tierra para limitar las sobretensiones eléctricas debidas a descargas atmosféricas, transitorios en la red o contacto accidental con líneas de alta tensión, y para estabilizar la tensión eléctrica a tierra durante su funcionamiento normal. Los equipos se conectan a tierra de modo que ofrezcan un camino de baja impedancia para las corrientes eléctricas de falla, y que faciliten el funcionamiento de los dispositivos de protección contra sobrecorriente en caso de falla a tierra.

NOTA 2: Los materiales conductores que rodean a conductores o equipo eléctricos o que forman parte de dicho equipo, se conectan a tierra para limitar la tensión a tierra de esos materiales y para facilitar el funcionamiento de los dispositivos de protección contra sobrecorriente en caso de falla a tierra. Véase 110-10

B.- Puesta a tierra de circuitos y sistemas eléctricos

250-5.- Circuitos y sistemas de c.a. que se deben poner a tierra,

b) Sistemas de c.a. de 50 a 1000 Volts, los sistemas de c.a. de 50 a 1000 Volts que suministren energía a instalaciones y a sistemas de alambrado de usuarios, deben estar puestos a tierra en cualquiera de las siguientes circunstancias:

1) Cuando el sistema puede ser puesto a tierra de modo que la tensión eléctrica máxima a tierra de los conductores no-puestos a tierra no exceda 150 Volts.

2) Cuando en un sistema de tres fases y cuatro conductores conectado en estrella el neutro se utilice como conductor del circuito.

3) Cuando en un sistema de tres fases y cuatro conductores conectado en delta el punto medio del devanado de una fase se utilice como conductor del circuito.

4) Cuando un conductor de acometida puesto a tierra no esté aislado, según las excepciones de 230-22, 230-30 y 230-41.

C.- Ubicación de las conexiones de puesta a tierra de los sistemas

250-21.- Corrientes eléctricas indeseables en los conductores de puesta a tierra,

a) Arreglo del sistema para evitar corrientes eléctricas indeseables, la puesta a tierra de sistemas eléctricos, conductores de circuitos, apartarrayos y partes conductoras de equipo y materiales normalmente sin energía, se debe hacer y disponer de modo que se evite el flujo de corrientes eléctricas indeseables por los conductores de puesta a tierra o por la trayectoria de puesta a tierra.

c) Corriente eléctrica temporal que no se considera indeseable, a efectos de lo especificado en los anteriores incisos, no se consideran corrientes eléctricas indeseables a las temporales que se produzcan accidentalmente, como las debidas a fallas a tierra, y que se presentan sólo mientras los conductores de puesta a tierra cumplen sus funciones de protección previstas.

250-23.- Puesta a tierra de sistemas de c.a. alimentados desde una acometida,

a) Puesta a tierra del sistema, un sistema de alambrado de usuarios que se alimenta por medio de una acometida de c.a. conectada a tierra debe tener en cada acometida un conductor conectado a un electrodo de puesta a tierra que cumpla lo establecido en la Parte H del Artículo 250. El conductor debe estar conectado al conductor puesto a tierra de la acometida en cualquier punto accesible del lado de la carga de la acometida aérea o lateral hasta, e incluyendo, la terminal o barra a la que esté conectado el conductor puesto a tierra de la acometida en el medio de desconexión de la acometida. Cuando el transformador de alimentación de la acometida esté situado fuera del edificio, se debe hacer como mínimo otra conexión de tierra desde el conductor puesto a tierra de la acometida hasta el electrodo de puesta a tierra, ya sea en el transformador o en cualquier otro punto fuera del edificio. No se debe hacer ninguna puesta a tierra a ningún

conductor puesto a tierra de circuitos en el lado de la carga del medio de desconexión de la acometida.

b) Conductor puesto a tierra conectado al equipo de la acometida, cuando un sistema de c.a. de menos de 1000 Volts se conecte a tierra en cualquier punto, el conductor puesto a tierra se debe llevar hasta cada medio de desconexión de acometida y conectarlo al envolvente de cada uno de ellos. Este conductor se debe llevar junto con los conductores de fase y no debe ser inferior al conductor de puesta a tierra requerido en la Tabla 3.7 del anexo de tablas y, además, para los conductores de fase de acometidas de más de 1100 kcmils (cobre) o 1750 kcmils (aluminio), el tamaño nominal del conductor puesto a tierra no debe ser inferior a 12,5% del tamaño nominal mayor de los conductores de fase de las acometidas. Cuando los conductores de fase de entrada a la acometida vayan en paralelo, el tamaño nominal del conductor puesto a tierra se debe calcular sobre la base de una sección transversal equivalente para conductores en paralelo, como se indica en esta Sección.

250-25.- Conductor que se debe poner a tierra en sistemas de c.a. en sistemas de c.a. en sistemas de alambrado de usuarios, el conductor que se debe poner a tierra es el que se especifica a continuación:

- 1) Sistemas monofásicos de dos conductores: un conductor.
- 2) Sistemas monofásicos de tres conductores: el neutro.
- 3) Sistemas de varias fases con un común a todas las fases: el conductor común.
- 4) Sistemas de varias fases en las que se deba poner a tierra una fase: el conductor de una fase.
- 5) Sistemas de varias fases en las que una fase se utilice como la (2) anterior: el neutro.

D.- Puesta a tierra de envolventes y canalizaciones

250-32.- Envoltentes y canalizaciones de la acometida, se deben poner a tierra los envoltentes y canalizaciones metálicos de los conductores y el equipo de la acometida.

E.- Puesta a tierra de los equipos

250-43.- Equipo fijo o conectado de forma permanente, se deben poner a tierra, independientemente de su tensión eléctrica nominal, las partes metálicas expuestas y no-conductoras de corriente eléctrica del equipo descrito a continuación,

a) Armazones y estructuras de tableros de distribución, los armazones y estructuras de tableros de distribución en los que esté instalado equipo de interrupción.

c) Armazones de motores, las armazones de motores.

j) Luminarias, las luminarias, tal como se establece en la Parte E del Artículo 410.

250-45.- Equipo conectado con cordón y clavija, en cualquiera de las condiciones descritas abajo, se deben poner a tierra las partes metálicas no-conductoras de corriente eléctrica y expuestas de equipo conectado por cordón y clavija, las cuales pudieran energizarse:

c) En construcciones residenciales, en las construcciones residenciales: (1) los refrigeradores, congeladores y aparatos eléctricos de aire acondicionado; (2) las lavadoras, secadoras, lavavajillas, eliminadores de residuos de cocina, bombas de sumideros y equipo eléctrico de acuarios; (3) las herramientas manuales a motor, las herramientas fijas a motor, las herramientas ligeras industriales a motor; (4) los aparatos eléctricos a motor de los siguientes tipos: limpiadoras de pisos que se basen en agua, podadoras de césped, esparcidores de nieve y lavadores móviles; (5) los portalámparas portátiles.

Excepción: Las herramientas y aparatos eléctricos aprobados y listados como protegidos por un sistema de doble aislamiento o equivalente. Cuando se utilicen estos sistemas, el equipo debe estar claramente marcado.

F.- Métodos de puesta a tierra

250-50.- Conexiones de los conductores de puesta a tierra de equipo,

a) En sistemas puestos a tierra, la conexión se debe hacer conectando el conductor de puesta a tierra de equipo, al conductor de la acometida puesto a tierra y al conductor del electrodo de puesta a tierra.

b) En sistemas no-puestos a tierra, la conexión se debe hacer conectando el conductor de puesta a tierra de equipo, al conductor del electrodo de puesta a tierra.

Excepción a (a) y (b): Para cambiar los receptáculos sin terminal de puesta a tierra por receptáculos con terminal de puesta a tierra y para ampliaciones de circuitos derivados sólo de instalaciones ya existentes que no tengan conductor de puesta a tierra de equipo en el circuito derivado, se permite que el conductor de puesta a tierra de los receptáculos con toma de tierra se conecte a un punto accesible de la instalación del electrodo de puesta a tierra, como se indica en 250-81 o a cualquier punto accesible del conductor del electrodo de puesta a tierra

250-51.- Trayectoria efectiva de puesta a tierra, la trayectoria a tierra desde los circuitos, equipo y cubiertas metálicas de conductores debe ser: (1) permanente y eléctricamente continua; (2) de capacidad suficiente para conducir con seguridad cualquier corriente eléctrica de falla que pueda producirse, y (3) de una impedancia suficientemente baja como para limitar la tensión eléctrica a tierra y facilitar el funcionamiento de los dispositivos de protección del circuito. El terreno natural no se debe utilizar como el único conductor de puesta a tierra de equipo.

250-53.- Trayectoria de puesta a tierra hasta el electrodo de puesta a tierra en la acometida,

a) Conductor al electrodo de puesta a tierra, se debe usar un conductor para conectar al electrodo de puesta a tierra, los conductores de puesta a tierra de equipo, los envolventes de equipo de acometida y, si el sistema está puesto a tierra, el conductor de puesta a tierra de la acometida.

250-54.- Electrodo común de puesta a tierra, cuando se conecta un sistema de c.a. a un electrodo de puesta a tierra en, o a un edificio, tal como lo especifica 250-23 ese mismo electrodo se debe usar para poner a tierra los envolventes y el equipo en o a ese edificio. Cuando al mismo edificio lleguen dos acometidas independientes y haya que conectarlas a un electrodo de puesta a tierra, se debe usar el mismo electrodo.

Dos o más electrodos de tierra eléctricamente unidos entre sí se deben considerar a este respecto, un solo electrodo.

250-59.- Equipos conectados con cordón y clavija, cuando haya que conectarlas a tierra, las partes metálicas no-conductoras de equipo conectado con cordón y clavija se deben poner a tierra por alguno de los métodos indicados a continuación:

a) A través de la envolvente metálica, a través de la envolvente metálica de los conductores que suministran energía a dicho equipo, si se usa una clavija con terminal de puesta a tierra y tiene un contacto fijo para puesta a tierra, para poner a tierra la envolvente y si la envolvente metálica de los conductores se sujeta al contacto de la clavija y al equipo mediante conectadores aprobados.

Excepción: Se permite un contacto de tierra auto-armable en receptáculos con toma de tierra utilizados en el extremo del cordón de aparatos eléctricos portátiles, accionados a mano o en herramientas manuales.

b) A través del conductor de puesta a tierra de equipo, a través del conductor de

puesta a tierra de equipo instalado junto con los conductores de alimentación en un cable o cordón flexible debidamente terminado en una clavija terminal de puesta a tierra, y un contacto de tierra fijo. Se permite que haya un conductor de puesta a tierra sin aislar, pero, si se aísla, el forro debe ser de acabado exterior continuo y color verde, o verde con una o más tiras amarillas.

Excepción: Se permite un contacto de tierra auto-armable en clavijas con terminal de puesta a tierra utilizada en el extremo del cordón de aparatos eléctricos portátiles, accionados a mano o aparatos eléctricos y herramientas manuales.

c) A través de un cable o alambre independiente, a través de un cable flexible o alambre independiente, desnudo o aislado, protegido en la medida de lo posible contra daño físico, cuando forme parte del equipo.

250-61.- Uso del conductor puesto a tierra para poner a tierra equipo,

a) Lado de suministro de equipo, se permite que el conductor puesto a tierra sirva para poner a tierra las partes metálicas y no-conductoras de equipo, canalizaciones y otras envolventes en cualquiera de los siguientes lugares:

1) En el lado de alimentación del medio de desconexión de la acometida.

2) En el lado de alimentación del medio de desconexión de la acometida para distintos edificios.

3) En el lado de alimentación del medio de desconexión o del dispositivo de sobrecorriente de la acometida de un sistema derivado separadamente.

b) Lado de la carga de equipo, no se debe usar un conductor puesto a tierra para poner a tierra las partes metálicas no-conductoras de equipo que haya en el lado de la carga del medio de desconexión de la acometida o en el lado de la carga del medio de desconexión o del dispositivo de sobrecorriente de un sistema derivado separadamente que no tenga un medio de desconexión principal de la red.

Excepción 1: Las carcasas de estufas, hornos montados en la pared, estufas montadas en barras y secadoras de ropa en las condiciones permitidas para instalaciones ya existentes.

Excepción 2: Lo que permite 250-54 para edificios independientes.

Excepción 3: Se permite poner a tierra los envolventes para medidores conectándolos al conductor puesto a tierra del circuito en el lado de la carga del medio de desconexión de la acometida, si:

a. No hay instalado un dispositivo de protección contra fallas a tierra, y

b. Todos los medidores están situados cerca del medio de desconexión de la acometida.

c. El tamaño nominal del conductor puesto a tierra del circuito no es inferior a lo especificado en la Tabla 3.7, del anexo de tablas para los conductores de puesta a tierra de equipo.

G.- Puentes de unión

250-70.- Disposiciones generales, cuando sea necesario para asegurar la continuidad eléctrica y la capacidad de conducir con seguridad cualquier corriente eléctrica que pudiera producirse por falla a tierra, se deben hacer los puentes de unión pertinentes.

250-71.- Equipo de la acometida,

a) **Puente de unión del equipo de la acometida,** las partes metálicas no-conductoras de equipo que se indican en los siguientes incisos, se deben conectar entre sí:

1) Las canalizaciones de acometida, charolas, estructuras de electroductos, armadura o blindaje de los cables.

2) Todos los envolventes de equipo de acometida que contengan conductores, conexión de medidores, cajas o similares, interpuestos en la canalización o blindaje.

3) Cualquier canalización metálica o envolvente por los que se lleve un conductor al electrodo de puesta a tierra, tal como se permite en 250-92(a). Las conexiones se deben hacer en cada extremo y en todas las canalizaciones,

cajas y envolventes que existan entre el equipo de acometida y el electrodo de puesta a tierra.

b) **Puente de unión con otros sistemas,** en la acometida debe haber como mínimo un medio accesible fuera de los envolventes para conectar los puentes de unión y de tierra de otros sistemas, como mínimo formada por uno de los siguientes medios:

1) Canalizaciones metálicas de la acometida expuestas.

2) El conductor al electrodo de puesta a tierra, expuesto.

3) Un dispositivo aprobado para la conexión externa de un conductor de unión o de puesta a tierra, de cobre u otro elemento resistente a la corrosión, a la canalización o al equipo de la acometida.

250-72.- Método para puentes de unión del equipo de la acometida, la continuidad eléctrica del equipo de acometida debe estar asegurada por uno de los métodos especificados en los siguientes incisos:

a) **Conductor puesto a tierra de acometida,** conectar el equipo al conductor de acometida puesto a tierra por alguno de los métodos indicados.

b) **Conexiones roscadas,** cuando haya tubo (cónduit) metálicos tipo pesado o semipesado, las uniones mediante rosca o tubos roscados en los envolventes, se deben apretar con llave.

c) **Conexiones y conectadores sin rosca,** para los puentes que requiere esta Sección, no se deben usar tuercas ni monitores normalizados para las conexiones y conectadores sin rosca de tubo (cónduit) metálico tipos pesado, semipesado y ligero. Deben usarse tuercas y conexiones aprobadas para este fin.

d) **Puentes de unión,** los puentes de unión que cumplan los demás requisitos de este Artículo se deben usar en tomas concéntricas o excéntricas perforadas o hechos de cualquier otra forma que no afecten la conexión eléctrica a tierra.

e) *Otros dispositivos*, otros dispositivos aprobados, como contratueras y monitores para puesta a tierra deben ser accesibles.

H.- Sistema de electrodos de puesta a tierra

250-81.- Sistema de electrodos de puesta a tierra, si existen en la propiedad, en cada edificio o estructura perteneciente a la misma, cualquier electrodo prefabricado instalado de acuerdo con lo indicado en 250-83(c) y (d), se deben conectar entre sí para formar el sistema de electrodos de puesta a tierra. Los puentes de unión se deben dimensionarse según lo establecido en 250-94 y deben conectarse como se indica en 250-115.

250-83.- Electrodos especialmente contruidos, los electrodos especialmente contruidos deben estar libres de recubrimientos no-conductores, como pintura o esmalte.

c) *Electrodos de varilla o tubería*, los electrodos de varilla y tubo no deben tener menos de 2,4 metros de longitud, deben ser del material especificado a continuación y estar instalados del siguiente modo:

1) Los electrodos consistentes en tubería o tubo (cónduit) no deben tener un tamaño nominal inferior a 19 mm. (diámetro) y, si son de hierro o acero, deben tener su superficie exterior galvanizada o revestida de cualquier otro metal que los proteja contra la corrosión.

2) Los electrodos de varilla de hierro o de acero deben tener como mínimo un diámetro de 16 mm. Las varillas de acero inoxidable inferiores a 16 mm. de diámetro, las de metales no-ferrosos o sus equivalentes, deben estar aprobadas y tener un diámetro no-inferior a 13 mm.

3) El electrodo se debe instalar de modo que tenga en contacto con el suelo un mínimo de 2,4 metros. Se debe clavar a una profundidad no-inferior a 2,4 metros excepto si se encuentra roca, en cuyo caso el electrodo se debe clavar a un ángulo oblicuo que no forme más de 45° con la vertical, o enterrar en una zanja que tenga como mínimo 800 mm. de profundidad. El extremo superior del electrodo debe quedar a

nivel del piso, excepto si el extremo superior del electrodo y la conexión con el conductor del electrodo de puesta a tierra están protegidos contra daño físico.

d) *Electrodos de placas*, los electrodos de placas deben tener en contacto con el suelo un mínimo de 0,2 m² de superficie. Los electrodos de placas de hierro o de acero deben tener un espesor mínimo de 6,4 mm. Los electrodos de metales no-ferrosos deben tener un espesor mínimo de 1,52 mm.

e) *Electrodos de aluminio*, no está permitido utilizar electrodos de aluminio.

250-84.- Resistencia de los electrodos fabricados, un electrodo único que consista en una varilla, tubería o placa y que no tenga una resistencia a tierra de 25 Watts o menos, se debe complementar con un electrodo adicional de cualquiera de los tipos especificados en 250-81 o 250-83. Cuando se instalen varios electrodos de barras, tubos o placas para cumplir los requisitos de esta Sección se deben colocar a una distancia mínima de 1,83 metros entre sí y deben estar efectivamente conectados entre sí.

I.- Conductores del electrodo de puesta a tierra

250-91.- Materiales,

a) *Conductor del electrodo de puesta a tierra*, el conductor del electrodo de puesta a tierra debe ser de cobre o aluminio. El material elegido debe ser resistente a la corrosión que se pueda producir en la instalación, y debe estar adecuadamente protegido contra la corrosión. El conductor debe ser macizo o cableado, aislado, forrado o desnudo y debe ser de un solo tramo continuo, sin empalmes ni uniones.

b) *Tipos de conductores para la puesta a tierra de equipo*, el conductor de puesta a tierra de equipo tendido con los conductores del circuito o canalizado con ellos, debe ser de uno de los siguientes tipos o una combinación de varios de ellos: (1) un conductor de cobre u otro

material resistente a la corrosión. Este conductor debe ser macizo o cableado, aislado, cubierto o desnudo y formar un cable o barra de cualquier forma; (2) un tubo (cónduit) metálico tipo pesado; (3) un tubo (cónduit) metálico tipo semipesado; (4) un tubo (cónduit) metálico tipo ligero; (5) un tubo (cónduit) metálico flexible, si tanto el tubo (cónduit) como sus accesorios están aprobados y listados para puesta a tierra; (6) la armadura de un cable de tipo AC; (7) el blindaje de cobre de un cable con blindaje metálico y aislamiento mineral; (8) el blindaje metálico de los conductores con blindaje metálico y los conductores de puesta a tierra que sean cables de tipo MC; (9) los soportes para cables tipo charola, otras canalizaciones metálicas con continuidad eléctrica, aprobadas para usarse para puesta a tierra.

250-92.- Instalación, los conductores de puesta a tierra se deben instalar como se especifica en los siguientes incisos:

a) Conductor del electrodo de puesta a tierra, un conductor del electrodo de puesta a tierra o su envolvente debe sujetarse firmemente a la superficie sobre la que va instalado. Un conductor de cobre o aluminio de $21,15 \text{ mm}^2$ (4 AWG) o superior se debe proteger si está expuesto a daño físico severo. Se puede llevar un conductor de puesta a tierra de $13,3 \text{ mm}^2$ (6 AWG) que no esté expuesto a daño físico, a lo largo de la superficie del edificio sin tubería o protección metálica, cuando esté sujeto firmemente al edificio; si no, debe ir en tubo (cónduit) metálico tipo pesado, semipesado, ligero, en tubo (cónduit) no-metálico tipo pesado o un cable armado. Los conductores de puesta a tierra de tamaño nominal inferior a $13,3 \text{ mm}^2$ (6 AWG) deben alojarse en tubo (cónduit) metálico tipo pesado, semipesado, ligero, en tubo (cónduit) no-metálico tipo pesado o en cable armado. No se deben usar como conductores de puesta a tierra, conductores aislados o desnudos de aluminio que estén en contacto directo con materiales de albañilería o terreno natural o si están sometidos a condiciones corrosivas. Cuando se utilicen a la intemperie, los conductores de puesta a tierra de

aluminio no se deben instalar a menos de 45 cm del terreno natural.

250-94.- Tamaño nominal del conductor del electrodo de puesta a tierra en instalaciones de c.a. el tamaño nominal del conductor del electrodo de puesta a tierra de una instalación de c.a. puesta o no puesta a tierra, no debe ser inferior a lo especificado en la Tabla 3.7 del anexo.

Excepción:

a. Cuando esté conectado a electrodos fabricados como se indica en la sección 250-83(c) o (d), no es necesario que la parte del conductor del electrodo de puesta a tierra que constituye la única conexión con dicho electrodo, sea superior a $13,3 \text{ mm}^2$ (6 AWG) de cobre o $21,15 \text{ mm}^2$ (4 AWG) de aluminio.

b. Cuando esté conectado a un electrodo empotrado en concreto, no es necesario que la parte del conductor del electrodo de puesta a tierra que constituye la única conexión con dicho electrodo sea superior a $13,3 \text{ mm}^2$ (6 AWG) de cobre o $21,15 \text{ mm}^2$ (4 AWG) de aluminio.

c. Cuando esté conectado a un anillo de tierra como se indica en 250-81, no es necesario que la parte del conductor del electrodo de puesta a tierra que constituye la única conexión con dicho electrodo sea de mayor tamaño nominal que el conductor utilizado en el anillo de tierra.

250-95.- Tamaño nominal de los conductores de puesta a tierra de equipo, el tamaño nominal de los conductores de puesta a tierra de equipo, de cobre o aluminio, no debe ser inferior a lo especificado en la Tabla 3.7.

250-99.- Continuidad del conductor de puesta a tierra de equipo,

a) Conexiones removibles, cuando se usen conexiones removibles, como las que se usan en equipo removible o en clavijas y sus respectivos receptáculos, el conductor de puesta a tierra de equipo debe ser diseñado, para que sea la primera que conecta y la última que desconecta a este conductor.

J.- Conexiones de los conductores de puesta a tierra

250-112.- Al electrodo de puesta a tierra, la conexión de un conductor del electrodo de puesta a tierra con el electrodo correspondiente, debe ser accesible y estar hecha de tal manera que asegure una puesta a tierra eficaz y permanente. Cuando sea necesario asegurar esta conexión a una instalación de tubería metálica utilizada como electrodo de puesta a tierra, se debe hacer un puente de unión efectivo alrededor de las juntas y secciones aisladas y alrededor de cualquier equipo que se pueda desconectar para su reparación y sustitución. Los conductores del puente de unión deben ser lo suficientemente largos como para permitir el desmontaje de dichos equipos, manteniendo la integridad de la conexión.

Excepción: No es necesario que sea accesible una conexión en un envolvente o enterrada con un electrodo de puesta a tierra empotrado en concreto, hundido o enterrado.

250-114.- Continuidad y conexión de los conductores de puesta a tierra de equipo a cajas, cuando entren en una caja o tablero dos o más conductores de puesta a tierra de equipo, todos esos conductores se deben empalmar o unir dentro de la caja o a la caja, con accesorios adecuados a ese uso. No se deben hacer conexiones que dependan únicamente de soldadura. Los empalmes se deben hacer según se indica en 110-14(b), excepto el aislamiento, que no es necesario. La instalación de las conexiones de tierra se debe hacer de forma tal que la desconexión o desmontaje de una conexión, aparato eléctrico u otro dispositivo que reciba energía desde la caja, no impida ni interrumpa la continuidad a tierra.

Excepción: No es necesario que el conductor de puesta a tierra de equipo, esté conectado a los otros conductores de puesta a tierra de equipo ni a la caja.

a) Cajas metálicas, se debe hacer una conexión entre el conductor o conductores de puesta a tierra de equipo y la caja metálica, por medio de un tornillo de tierra que no debe

utilizarse para otro uso o de un dispositivo aprobado y listado para puesta a tierra.

b) Cajas no metálicas, cuando lleguen a una caja de empalmes no-metálica uno o más conductores de puesta a tierra de equipo, se deben instalar de manera que se puedan conectar a cualquier herraje o dispositivo de la caja que se deba poner a tierra.

250-115.- Conexión a los electrodos, el conductor de puesta a tierra de equipo se debe conectar al electrodo de puesta a tierra mediante soldadura exotérmica, zapatas, conectadores a presión, abrazaderas u otros medios aprobados y listados. No se deben usar conexiones que dependan únicamente de la soldadura. Las abrazaderas de tierra deben estar aprobadas y listadas para el material del electrodo de puesta a tierra y para el conductor del electrodo de puesta a tierra y, cuando se usen en tubería, varillas u otros electrodos enterrados, deben estar también aprobadas y listadas para su uso enterradas directamente en el terreno natural. No se debe conectar al electrodo de puesta a tierra con la misma abrazadera o accesorio más de un conductor, excepto si la abrazadera o accesorio está aprobada(o) y listada(o) para usarla con varios conductores. La conexión debe hacerse por uno de los métodos explicados en los siguientes incisos:

a) Abrazadera sujeta con pernos, abrazadera aprobada de latón o bronce fundido o hierro dulce o maleable.

b) Accesorios y abrazaderas para tubería, un accesorio, abrazadera u otro mecanismo aprobado, sujeto con pernos a la tubería o a sus conexiones.

c) Abrazadera de tierra de tipo solera, una abrazadera de tierra aprobada y listada de tipo solera, con una base de metal rígido que asiente en el electrodo y con una solera de un material y dimensiones que no sea probable que cedan durante o después de la instalación.

d) *Otros medios*, otros medios sustancialmente iguales a los descritos y aprobados.

250-119.- Identificación de las terminales de los dispositivos de puesta a tierra, las terminales de conexión de los conductores de puesta a tierra de equipo se deben identificar (1) mediante un tornillo terminal de cabeza hexagonal pintada de verde, que no se pueda quitar fácilmente; (2) mediante una tuerca terminal hexagonal pintada de verde, que no se pueda quitar fácilmente o (3) mediante un conector a presión pintado de verde. Si la terminal del conductor de puesta a tierra no es visible, se debe marcar el orificio de entrada del cable de tierra con la palabra "verde" o "puesta a tierra", con las letras "V" o "T" o con el símbolo de puesta a tierra No. 5019 de la Comisión Electrotécnica Internacional o de cualquier otro modo en color verde.

4.3.- MÉTODOS DE ALAMBRADO Y MATERIALES

300.- MÉTODOS DE ALAMBRADO

A. Disposiciones generales

310.- CONDUCTORES PARA ALAMBRADO EN GENERAL

331.- TUBO (CONDUIT) NO-METÁLICO

A. Disposiciones generales

B. Instalación

C. Especificaciones de construcción

338.- CABLE DE ENTRADA DE ACOMETIDA

353.- ENSAMBLE DE RECEPTÁCULOS MÚLTIPLES

370.- SALIDAS, DISPOSITIVOS, CAJAS DE JALADO Y DE EMPALMES, CAJAS DE PASO Y ACCESORIOS

A. Alcance y disposiciones generales

B. Instalación

C. Especificaciones de construcción

D. Cajas de empalmes y de paso utilizadas en instalaciones de más de 600 Volts nominales

373.- GABINETES, CAJAS PARA CORTACIRCUITOS Y BASES PARA MEDIDORES

A. Instalación

B. Especificaciones de construcción

ARTÍCULO 300.- MÉTODOS DE ALAMBRADO

A. Disposiciones generales

300-1.- Alcance,

a) *Todas las instalaciones*, las disposiciones de este Artículo aplican a todas las instalaciones y métodos de alambrado,

b) *Partes integrales de equipo*, las disposiciones de este Artículo no se aplican a los conductores que sean parte integral de equipo, tales como motores, controladores, centros de control de motores o equipos de control ensamblados en fábrica.

300-2.- Limitaciones,

a) *Tensión eléctrica*, los métodos de alambrado especificados en el Capítulo 3 se aplican para tensión eléctrica nominal de 600 Volts o menor.

300-3.- Conductores,

a) *Conductores individuales*, los cables monoconductores sólo deben instalarse con un método de alambrado reconocido.

b) *Conductores del mismo circuito*, todos los conductores del mismo circuito, el conductor puesto a tierra y todos los conductores de puesta a tierra del equipo, cuando sean usados, deben instalarse dentro de la misma canalización, soporte para cables tipo charola, zanja, cable o cordón.

300-4.- Protección contra daño físico, en donde los conductores estén expuestos a daño físico, deben protegerse adecuadamente.

300-12.- Continuidad mecánica de canalización y cables, las canalizaciones metálicas y no-metálicas, armaduras y cubiertas de cables deben ser continuas entre gabinetes, cajas, accesorios u otras cubiertas, envolventes o salidas.

300-17.- Número y área de la sección transversal de conductores en canalizaciones, la cantidad y área total de la sección transversal de conductores en cualquier canalización no debe ser mayor que el que permita la disipación del calor y la fácil instalación y retiro de los conductores sin dañar a los mismos o a su aislamiento.

ARTÍCULO 310.- CONDUCTORES PARA ALAMBRADO EN GENERAL

310-1.- Alcance, este Artículo cubre los requisitos generales de los conductores y de sus denominaciones de tipo, aislamiento, marcado, etiquetas, resistencia mecánica, capacidad de conducción de corriente y usos. Estos requisitos no se aplican a los conductores que forman parte integrante de equipo como motores, controladores de motores y similares ni a los conductores específicamente tratados en otras partes de esta NOM.

310-2.- Conductores,

a) Aislados, los conductores deben estar aislados.

Excepción: Cuando se permiten específicamente en algún lugar de esta NOM conductores con cubierta o desnudos.

b) Material de los conductores, si no se especifica otra cosa, los conductores a los que se refiere este Artículo deben ser de cobre o de aluminio. Cuando se especifiquen conductores de aluminio o aleaciones de aluminio, el tamaño nominal mínimo debe ser 13,3 mm² (6 AWG).

310-5.- Tamaño nominal mínimo de los conductores, en la Tabla 2.2, se indica el tamaño nominal mínimo de los conductores permitido por esta NOM.

Tabla 2.2.- Tamaño nominal mínimo de los conductores

Tensión eléctrica nominal del conductor (V)	Tamaño nominal mínimo del conductor	
	mm ²	(AWG)
De 0 a 2000	2,082	(14)
	13,3	(6)
De 2001 a 5000	8,367	(8)
	13,3	(6)
De 5001 a 8000	13,3	(6)
De 8001 a 15000	33,62	(2)
De 15001 a 25000	42,41	(1)
De 25001 a 35000	53,48	(1/0)

310-10.- Límites de temperatura de los conductores, ningún conductor se debe utilizar de modo que su temperatura de funcionamiento supere la del diseño para el tipo de conductor aislado al que pertenezca. En ningún caso se deben unir los conductores de modo que se supere el límite de temperatura de cualquier conductor con respecto al tipo de circuito, método de alambrado aplicado o número de conductores. Los principales determinantes de la temperatura de operación de los conductores son:

- 1) La temperatura ambiente puede variar a lo largo del conductor y con el tiempo.
- 2) El calor generado interiormente en el conductor por el paso de la corriente eléctrica, incluidas las corrientes fundamentales y sus armónicas.
- 3) El factor de disipación del calor generado al medio ambiente. El aislamiento térmico que cubre o rodea a los conductores puede afectar ese factor de disipación.
- 4) Conductores adyacentes que transportan carga. Los conductores adyacentes tienen el doble efecto de elevar la temperatura ambiente y de impedir la disipación de calor.

310-11.- Marcado,

a) Información necesaria, todos los conductores y cables deben ir marcados con la

información necesaria siguiente, según el método de marcado aplicable entre los que se describen en el siguiente apartado (b) y de acuerdo con las normas nacionales de producto y de marcado existentes:

1) La tensión eléctrica nominal máxima que soporta el conductor.

2) La letra o letras que indican el tipo de hilos o cables, tal como se especifica en otro lugar de esta NOM.

3) El nombre del fabricante, marca comercial u otra marca que permita identificar fácilmente a la organización responsable del producto.

4) El tamaño nominal en mm^2 (AWG o kcmil)

310-12.- Identificación de los conductores,

b) Conductores de puesta a tierra, Se permite instalar conductores de puesta a tierra desnudos, cubiertos o aislados. Los conductores de puesta a tierra, cubiertos o aislados individualmente, deben tener un acabado exterior continuo verde o verde con una o más franjas amarillas.

c) Conductores de fase, los conductores que estén diseñados para usarlos como conductores de fase, si se usan conductores sencillos o en cables multi-conductores, deben estar acabados de modo que se distingan claramente de los conductores puestos a tierra y los de puesta a tierra. Los conductores de fase se deben distinguir por colores distintos al blanco, gris claro o verde o por cualquier combinación de colores y sus correspondientes marcas. Estas marcas deben ir también en un color que no sea blanco, gris claro o verde, y deben consistir en una franja o franjas iguales, que se repitan periódicamente. Estas marcas no deben interferir en modo alguno con las marcas superficiales.

ARTÍCULO 331.- TUBO (CONDUIT) NO-METÁLICO

A.- Disposiciones generales

331-1.- Definición, un tubo (cónduit) no-metálico es una canalización corrugada y flexible, de sección transversal circular, con acoplamientos, conectadores y accesorios integrados o asociados, aprobada para la instalación de conductores eléctricos. Está compuesto de un material resistente a la humedad, a atmósferas químicas y resistentes a la propagación de la flama. Una canalización flexible es una canalización que se puede doblar a mano aplicando una fuerza razonable, pero sin herramientas. El tubo (cónduit) no-metálico debe ser de material que no exceda las características de ignición, inflamabilidad, generación de humo y toxicidad del cloruro de polivinilo rígido (no-plastificado).

331-3.- Usos permitidos, está permitido el uso de tubo (cónduit) no-metálico y sus accesorios:

1) En cualquier edificio que no supere tres pisos sobre el nivel de la calle.

a) En instalaciones expuestas que no estén sujetas a daño físico.

b) En instalaciones ocultas dentro de las paredes, pisos y techos.

2) En edificios que superen tres pisos sobre el nivel de la calle, el tubo (cónduit) no-metálico debe ir oculto en paredes, pisos y techos cuando ofrezcan una barrera térmica que resista al menos 15 minutos de exposición al fuego, como se estipula en las listas de materiales contra el fuego. Esta barrera térmica de 15 minutos se puede usar en paredes, pisos y techos combustibles o no-combustibles.

NOTA: Se establece la clasificación de los acabados para ensambles que contengan soportes combustibles (de madera). La clasificación de un acabado se decide como el tiempo en el que la columna o viga de madera experimenta un incremento medio de la temperatura de $121\text{ }^\circ\text{C}$ o un incremento de la temperatura en un punto de $163\text{ }^\circ\text{C}$, medido en el plano de la madera más cercana del fuego. La clasificación de los acabados no se aplica a los techos de membrana.

3) En lugares sometidos a fuertes influencias corrosivas y si están expuestos a

productos químicos para los que los materiales estén específicamente aprobados.

4) En lugares ocultos, secos y húmedos.

5) Por encima de los techos suspendidos, cuando los techos suspendidos ofrezcan una barrera térmica de material con un acabado de clasificación mínima de 15 minutos, como se indica en las listas de materiales contra el fuego, excepto lo permitido en 331-3(1)(a).

6) Embebidos en concreto colado, siempre que se utilicen para las conexiones accesorios aprobados e identificados para ese uso.

7) En lugares interiores mojados, como se permite en esta sección o en losas de concreto sobre o bajo el piso, con accesorios aprobados y listados para ese uso.

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

B.- Instalación

331-7.- Cortado, todos los extremos cortados del tubo (cónduit) se deben limar por dentro y por fuera hasta dejarlos lisos.

331-8.- Uniones, todas las uniones entre tramos de tubo (cónduit) y entre tubo (cónduit) tipo ligero y acoplamientos, accesorios y cajas, deben hacerse con accesorios aprobados.

331-9.- Curvas, las curvas del tubo (cónduit) no-metálico se deben hacer de modo que el tubo (cónduit) no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca efectivamente. Se permite hacer curvas a mano sin equipo auxiliar.

331-10.- 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).

331-11.- Soportes, el tubo (cónduit) no-metálico se debe instalar como un sistema completo, como establece el Artículo 300, y se debe sujetar firmemente a menos de 1 metro de

cada caja de salida, de unión, de conexiones, de cada gabinete o accesorio. El tubo (cónduit) se deben sujetar como mínimo cada 1 metro.

Excepción 1: Se permiten tramos horizontales del tubo (cónduit) no-metálico soportados por aberturas a través de miembros estructurales a intervalos no-mayores a 1 metro y sujetos firmemente a menos de 1 m de los extremos.

Excepción 2: Los tramos que no superen una distancia de 1,8 metros desde la conexión de una terminal de aparatos para conexión a aparatos de alumbrado.

331-12.- Cajas y accesorios, las cajas y accesorios deben cumplir las disposiciones aplicables del Artículo 370.

331-13.- Empalmes e interconexiones, los empalmes y las interconexiones 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.

331-14.- Boquillas, cuando un tubo (cónduit) entre en una caja, envolvente y 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.

ARTÍCULO 338.- CABLES DE ENTRADA DE ACOMETIDA

338-1.- Definición, un cable de entrada de acometida es un ensamble de uno o varios conductores con o sin cubierta exterior, utilizado fundamentalmente para acometidas. Puede ser de los siguientes tipos:

a) **Tipo SE,** el tipo SE con cubierta resistente a la propagación de incendio y resistente a la humedad.

b) **Tipo USE,** el tipo USE, identificado para uso subterráneo, con cubierta resistente a la humedad pero no necesariamente resistente a la propagación de la flama.

c) **Tipos TWD-UV, BTC, DRS, CCE Y BM-AL.**

d) Un conductor sin aislar, si los cables tipo SE o USE consisten en dos o más conductores, se permite que uno esté sin aislar.

338-5.- Marcado, los cables de entrada de acometida se deben marcar como se exige en 310-11. Un cable con un conductor neutro de tamaño nominal menor a la de los conductores de fase, debe indicarlo en el marcado.

338-6.- Curvas, las curvas y cualquier otro manejo de los cables se deben hacer de modo que no dañen las cubiertas protectoras del cable y que el radio de curvatura del borde interior de la curva no sea inferior a cinco veces el diámetro del cable.

ARTÍCULO 353.- ENSAMBLE DE RECEPTÁCULOS MÚLTIPLES

353-2.- Uso, se permite el uso del ensamble de receptáculos múltiples en lugares secos. No se deben instalar (1) ocultos, pero se permite rodear la parte posterior y los laterales de un conjunto metálico de este tipo por las paredes del edificio o meter un conjunto no-metálico con un ensamble de receptáculos múltiples en un tablero eléctrico; (2) cuando estén expuestos a daño físico; (3) cuando la tensión eléctrica entre conductores sea de 300 Volts o más, excepto si el ensamble es de metal y tiene un espesor no-menor a 1 mm; (4) si están expuestos a vapores corrosivos; (5) en los huecos de los ascensores, ni (6) en lugares peligrosos (clasificados), excepto los de Clase I División 2,

ARTÍCULO 370.- SALIDAS, DISPOSITIVOS, CAJAS DE JALADO Y DE EMPALMES, CAJAS DE PASO Y ACCESORIOS

A.- Alcance y disposiciones generales

370-1.- Alcance, Este Artículo trata de la instalación y uso de las cajas y cajas de paso (ovaladas y redondas) y cajas de paso (ovaladas y redondas) utilizadas para salidas, tiros y

empalmes, dependiendo de su uso. No se consideran cajas de paso las cajas de metal fundido, de chapa metálica, las no-metálicas y otras como las FS, FD y más grandes. Este Artículo trata además de los requisitos de instalación de los accesorios utilizados para conectar las canalizaciones entre sí y las canalizaciones y cables a las cajas y cajas de paso.

B.- Instalación

370-15.- En lugares húmedos, mojados o peligrosos (clasificados),

a) En lugares húmedos o mojados, en lugares húmedos o mojados, las cajas, cajas de paso y los accesorios deben estar instalados o equipados de modo que eviten que entre o se acumule humedad dentro de la caja, registro o accesorios. Las cajas, cajas de paso y accesorios instalados en lugares mojados deben estar aprobados y listados para usarlos en esos lugares.

370-16.- Número de conductores en las cajas de salidas, de dispositivos y de unión y en las cajas de paso, las cajas y cajas de paso deben ser de tamaño suficiente para que quede espacio libre para todos los conductores instalados.

370-18.- Orificios sin utilizar, los orificios para cables o canalizaciones en las cajas y cajas de paso que no se utilicen, se deben cerrar eficazmente de modo que ofrezcan una protección prácticamente igual a la de la pared de la caja o registro. Si se utilizan tapas o chapas metálicas con cajas o cajas de paso no-metálicas se deben introducir como mínimo 6 mm. por debajo de su superficie externa.

370-20.- En paredes o techos, en las paredes o techos de concreto, azulejo u otro material no combustible, las cajas se deben instalar de modo que su borde delantero no quede más de 6 mm. por debajo de la superficie terminada. En las paredes y techos de madera u otro material combustible, las cajas deben

quedar a nivel con la superficie terminada o sobresalir de ella.

370-21.- Reparación de las paredes de yeso, ladrillo o panel de yeso, las superficies de paredes de yeso, ladrillo o panel de yeso que estén rotas o incompletas, se deben reparar para que no queden huecos ni espacios abiertos de más de 3 mm. alrededor del borde de las cajas o accesorios.

370-27.- Cajas de salida,

a) Cajas en las salidas para aparatos de alumbrado, las cajas utilizadas en las salidas para aparatos de alumbrado deben estar diseñadas para ese fin. En todas las salidas utilizadas únicamente para alumbrado, la caja debe estar diseñada o instalada de modo que se le pueda conectar el dispositivo de alumbrado.

C.- Especificaciones de construcción

370-40.- Cajas, cajas de paso y accesorios metálicos,

a) Resistentes a la corrosión, las cajas, cajas de paso y accesorios metálicos deben ser resistentes a la corrosión o estar galvanizados, esmaltados o recubiertos de un modo adecuado, por dentro y por fuera, para evitar la corrosión

370-41.- Tapas, las tapas metálicas deben ser del mismo material que la caja o el registro en el que vayan instaladas, o deben ir forradas de un material aislante firmemente adherido de un espesor no-menor a 0,79 mm. o estar aprobadas y listadas para ese uso. Las tapas metálicas deben ser del mismo espesor que las cajas o cajas de paso en las que se utilicen o deben estar aprobadas y listadas para ese uso. Se permite tapas de porcelana u otro material aislante aprobado si tienen un espesor y forma que proporcione la misma resistencia y protección.

370-44.- Marcado, todas las cajas y cajas de paso, tapas, anillos de extensión, cinchos plásticos y similares, deberán estar marcados de

manera legible y duradera con el nombre del fabricante o marca comercial.

ARTÍCULO 373.- GABINETES, CAJAS PARA CORTACIRCUITOS Y BASES PARA MEDIDORES

373-1.- Alcance, este Artículo cubre los requisitos de instalación y construcción de los gabinetes, cajas para cortacircuitos y bases para montaje de medidores.

A.- Instalación

373-3.- Posición en las paredes, en las paredes de concreto, azulejo u otro material no-combustible, los gabinetes deben instalarse de modo que el borde delantero del mismo no quede metido más de 6,35 mm. por debajo de la superficie de la pared. En las paredes de madera u otro material combustible, los gabinetes deben quedar a nivel con la superficie o sobresalir de la misma.

373-4.- Aberturas no utilizadas, las aberturas no utilizadas de los gabinetes o cajas para cortacircuitos deben cerrarse eficazmente de modo que ofrezcan una protección prácticamente igual a la de la pared del gabinete o caja para cortacircuitos. Si se utilizan tapas o placas metálicas en gabinetes o cajas para cortacircuitos no-metálicos, deben quedar como mínimo 6,35 mm. por debajo de su superficie exterior.

373-5.- Conductores que entren en los gabinetes o cajas para cortacircuitos, los conductores que entren en los gabinetes o cajas para cortacircuitos deben estar protegidos contra la abrasión y cumplir con lo establecido en los siguientes incisos:

a) Aberturas que se deben cerrar, las aberturas a través de las que entren conductores se deben cerrar adecuadamente.

b) Gabinetes metálicos y cajas para cortacircuitos, cuando se instalen gabinetes o cajas para cortacircuitos metálicas con alambrado expuesto u oculto sobre aisladores, los conductores deben entrar en ellos a través de

boquillas aislantes o en los lugares secos, a través de tubería flexible que vaya desde el último soporte aislante y estén firmemente sujetas al gabinete o caja para cortacircuitos.

c) **Cables**, cuando se instalen cables, cada uno de ellos deben ir firmemente sujetos al gabinete o cajas para cortacircuitos.

373-7.- Espacio dentro de los gabinetes, los gabinetes y cajas para cortacircuitos deben tener espacio suficiente para que quepan holgadamente todos los conductores instalados en ellos.

B.- Especificaciones de construcción

373-10.- Materiales, los gabinetes y cajas para cortacircuitos deben cumplir lo establecido en los incisos siguientes:

a) **Gabinetes y cajas para cortacircuitos metálicos**, los gabinetes y las cajas para cortacircuitos hechos de metal, deben protegerse por dentro y por fuera contra la corrosión.

b) **Resistencia mecánica**, los gabinetes y las cajas para cortacircuitos deben estar contruidos de modo que sean resistentes y rígidos. Si son de placa de acero, el espesor de la placa no debe ser menor a 1,5 mm. sin recubrir.

c) **Gabinetes no-metálicos**, los gabinetes no-metálicos deben estar aprobados y listados antes de instalarlos.

373-11.- Espacio,

a) **Características generales**, el espacio dentro de los gabinetes y cajas para cortacircuitos debe ser suficiente para que permita instalar holgadamente los cables que haya en su interior, y para que quede una separación entre las partes metálicas de los dispositivos y aparatos montados dentro de ellos, como sigue:

1) **Base**, además del espacio en los puntos de soporte, debe quedar un espacio libre de 1,6 mm. como mínimo entre la base del dispositivo y la pared metálica de cualquier gabinete o caja para cortacircuitos en el que dicho dispositivo vaya montado.

2) **Puertas**, entre cualquier parte metálica viva, incluidas las partes vivas de los fusibles

instalados en el interior de las cajas, y la puerta de éstas, debe quedar un espacio libre de 25 mm. como mínimo.

4.4.- EQUIPOS DE USO GENERAL

400.- CABLES Y CORDONES FLEXIBLES

A. Disposiciones generales

410.- LUMINARIAS, PORTALÁMPARAS, LÁMPARAS Y RECEPTÁCULOS

A. Disposiciones generales

C. Cajas de salida, tapas y cubiertas ornamentales para luminarias

D. Soportes de luminarias

E. Puesta a tierra

F. Alambrado de las luminarias

K. Receptáculos, cordones de conexión y clavijas

422.- APARATOS ELÉCTRICOS

A. Disposiciones generales

B. Requisitos de los circuitos derivados

D. Control y protección de los aparatos eléctricos

ARTÍCULO 400.- CABLES Y CORDONES FLEXIBLES

A.- Disposiciones generales

400-1.- Alcance, este Artículo cubre las disposiciones generales, usos y especificaciones de construcción de cables flexibles y de cordones flexibles.

400-3.- Uso, los cables y cordones flexibles y sus accesorios deben ser adecuados para las condiciones de uso e instalación.

400-7.- Usos permitidos,

a) **Usos**, los cables y cordones flexibles se deben utilizar sólo para: (1) conexiones colgantes; (2) alambrado de aparatos; (3) conexión de lámparas o aparatos eléctricos

portátiles; (4) cables de ascensores; (5) instalaciones de grúas y elevadores; (6) conexión de equipo fijo para facilitar cambios frecuentes; (7) para evitar la transmisión de ruido o vibraciones; (8) aparatos eléctricos cuyos medios de sujeción y conexiones mecánicas estén diseñados específicamente para desmontarlos para su fácil mantenimiento y reparación y el aparato eléctrico esté diseñado o aprobado e identificado para usarse con un cable flexible; (9) equipo de procesamiento de datos, (10) conexión de partes móviles.

b) Clavijas de conexión, cuando se utilicen como se permite en (a)(3), (a)(6) y (a)(8) de esta Sección, los cables flexibles deben estar equipados con una clavija de conexión y conectarse a la salida de receptáculo.

400-8.- Usos no permitidos, si no se permite específicamente en 400-7, no se deben utilizar cables y cordones flexibles: (1) en sustitución de la instalación fija de un edificio; (2) cuando atraviesen orificios en paredes, suelos o techos; (3) cuando atraviesen puertas, ventanas o aberturas similares; (4) cuando vayan unidos a la superficie de un edificio; (5) cuando estén ocultos tras las paredes, suelos o techos de un edificio o (6) cuando estén instalados en canalizaciones, excepto si se permite en otros lugares de esta NOM.

Excepción: Se permite que un cable o cordón flexible tenga una conexión en la superficie de un edificio para una toma de tensión eléctrica adecuada. La longitud del cable o del cordón desde la terminación de la toma no debe ser superior a 1,83 m.

400-14.- Protección contra daños, los cables y cordones flexibles se deben proteger con dispositivos o boquillas adecuadas, cuando pasen a través de orificios en las tapas, cajas de salida de conexión o gabinetes similares.

ARTÍCULO 410.- LUMINARIAS, PORTALÁMPARAS, LÁMPARAS Y RECEPTÁCULOS

A.- Disposiciones generales

410-1.- Alcance, este Artículo trata de las luminarias, portalámparas, colgantes, receptáculos, lámparas incandescentes, lámparas de arco, lámparas de descarga y de los cableados y equipo que forme parte de las lámparas, luminarias e instalaciones de alumbrado.

410-3.- Partes vivas, las luminarias, portalámparas, lámparas y receptáculos no deben tener partes vivas expuestas normalmente al contacto. Las terminales expuestas accesibles de los portalámparas, receptáculos y desconectores, no se deben instalar en toldos con cubierta metálica ni en las bases abiertas de lámparas portátiles de mesa o de piso.

Excepción: Se permite que los portalámparas y receptáculos de tipo abrazaderas situados como mínimo a 2,44 metros sobre el piso, tengan sus terminales expuestas.

C.- Cajas de salida, tapas y cubiertas ornamentales para luminarias

410-10.- Espacio para los conductores, en conjunto, las cubiertas ornamentales de luminarias y cajas de salida, deben dejar un espacio adecuado para instalar adecuadamente los conductores de las luminarias y sus dispositivos de conexión.

410-11.- Límites de temperatura de los conductores en las cajas de salida, las luminarias deben estar construidas e instaladas de manera que los conductores en las cajas de salida no estén expuestos a temperaturas superiores a su temperatura nominal.

410-12.- Tapas de las cajas registro de salida, en una instalación terminada, todas las cajas de registro deben tener tapa, excepto si están cubiertas por una tapa ornamental, portalámparas, receptáculo o dispositivo similar.

D.- Soportes de luminarias

410-15.- Soportes,

a) Requisitos generales, las luminarias, portalámparas y receptáculos deben estar firmemente sujetos. Un equipo de alumbrado que pese más de 2,72 Kg. o exceda de 40 cm en cualquiera de sus dimensiones, no se debe soportar sólo por el casquillo roscado de un equipo de alumbrado.

410-16.- Medios de soporte,

d) Pernos de sujeción de las luminarias, los pernos de sujeción de las luminarias que no formen parte de las cajas registro de salida, tirantes, trípodes y patas de gallo, deben ser de acero, hierro maleable u otro material adecuado para esa aplicación.

E.- Puesta a tierra

410-17.- Condiciones generales, las luminarias y equipo de iluminación se deben poner a tierra de acuerdo con lo que establece la parte E de este Artículo.

410-18.- Partes expuestas de luminarias,

a) Con partes expuestas vivas, se deben poner a tierra las partes expuestas de las luminarias y equipo directamente conectados o cableados a cajas de registro con puesta a tierra.

b) Hechos de material aislante, las partes expuestas de las luminarias, directamente conectadas o cableadas a cajas de registro sin medios para puesta a tierra, deben estar hechas de material aislante y no presentar partes conductivas expuestas.

F.- Alambrado de las luminarias

410-22.- Requisitos generales, el cableado en o dentro de las luminarias debe estar acomodado ordenadamente y no estar expuesto a daño físico. Se debe evitar el exceso de cables. Los conductores deben estar colocados de manera que no estén sujetos a temperaturas superiores a su temperatura nominal de operación.

410-23.- Polaridad de las luminarias, las luminarias deben estar instaladas de manera que los casquillos roscados de las lámparas estén conectados al mismo conductor o terminal del equipo o circuito. El conductor puesto a tierra, cuando esté conectado a la portalámparas se debe conectar a la parte roscada del casquillo.

410-24.- Conductores,

a) Aislamiento, las luminarias deben cablearse con conductores que tengan un aislamiento adecuado para la intensidad de corriente y tensión eléctricas, temperatura y otras condiciones ambientales a las que vayan a estar expuestos.

410-28.- Protección de los conductores y su aislamiento,

a) Sujetos adecuadamente, los conductores deben estar sujetos de modo que no se rompa ni se roce el aislamiento.

b) Protección a través de metales, cuando los conductores pasen a través de metales, su aislamiento debe protegerse de la abrasión.

c) Brazos de las luminarias, en los brazos o mangos de las luminarias no debe haber empalmes o conexiones.

d) Empalmes y conexiones, dentro de una luminaria no se debe hacer empalmes o conexiones innecesarias.

e) Cableado, se deben utilizar conductores cableados para la instalación del alumbrado en cadenas de luminarias y en otras partes móviles o flexibles.

f) Tensión mecánica, los conductores se deben instalar de modo que el peso del aparato de alumbrado o sus partes móviles no los someta a tensión mecánica.

410-30.- Portalámparas y luminarias conectadas con cordón,

a) *Portalámparas*, cuando se conecte un portalámparas metálico con un cordón flexible, la entrada debe estar equipada con una boquilla aislante, si es roscada, no debe ser menor que el de tubería de tamaño nominal 10 mm. El orificio para el cordón debe ser de tamaño adecuado y se deben eliminar todas las rebabas y partes cortantes que pudiera tener con la finalidad de que la superficie por la que pase el cable quede lisa.

K.- Receptáculos, cordones de conexión y clavijas

410-56.- Capacidad nominal admisible y tipo,

a) *Receptáculos*, los receptáculos instalados para conectar cordones de luminarias portátiles, deben tener una capacidad nominal no-menor de 15 Amperes, 125 o 127 Volts, o 15 Amperes, 250 Volts y deben ser de un tipo no adecuado para uso como portalámparas.

d) *Posición de las tapas frontales de los receptáculos*, después de instalarlas, la parte frontal de los receptáculos debe quedar a nivel o sobresalidos de sus tapas protectoras de material aislante y deben sobresalir un mínimo de 0,4 mm. cuando se usen tapas protectoras. Las tapas protectoras se deben instalar de modo que cubran completamente la abertura y asienten perfectamente sobre la superficie en la que vayan montadas. Los receptáculos montados en cajas empotradas en la pared, como se permite en 370-20, se deben instalar de modo que el soporte del receptáculo se mantenga rígidamente sujeto contra la superficie de la pared. Los receptáculos montados en cajas que queden a nivel con la superficie de la pared o sobresalgan de la misma, deben instalarse de modo que el soporte del receptáculo quede sujeto contra la caja o contra la extensión que sobresalga de la caja.

e) *Clavijas de conexión*, todas las clavijas y cordones de conexión de 15 y 20 Amperes deben estar contruidos de modo que no queden expuestas partes que transporten energía,

excepto las correspondientes a las partes exteriores de las piezas de contacto o de la tapa que cubre los alambres. La cubierta de las terminales de los cables debe ser una parte esencial para el funcionamiento de una clavija o conector (construcción de frente muerto).

f) *Mecanismos de separación de las clavijas*, los mecanismos de separación de las clavijas de conexión no deben afectar negativamente a la conexión de los vástagos de la clavija con los receptáculos.

g) *No intercambiables*, los conectadores y clavijas deben estar contruidas de modo que el receptáculo no admita una clavija con distinta tensión eléctrica o capacidad de conducción de corriente nominal para las que esté diseñado. Los receptáculos y cordones de conexión sin puesta de tierra, no deben permitir la conexión de clavijas con puesta de tierra.

410-57.- Receptáculos en lugares húmedos o mojados,

c) *En bañeras y regaderas*, no se debe instalar receptáculos en los espacios próximos a las bañeras y regaderas.

410-58.- Receptáculos, adaptadores, cordones de conexión y clavijas del tipo de puesta de tierra,

a) *Polos de puesta de tierra*, los receptáculos, cordones de conexión y las clavijas del tipo de puesta a tierra deben llevar un polo fijo de tierra, además de los polos normales del circuito.

ARTÍCULO 422.- APARATOS ELÉCTRICOS

A.- Disposiciones generales

422-1.- Alcance, este Artículo trata sobre aparatos eléctricos utilizados en cualquier local.

422-2.- Partes vivas, los aparatos eléctricos no deben tener partes vivas expuestas a contacto.

Excepción: Los tostadores, parrillas y otros aparatos eléctricos en los que las partes energizadas a alta temperatura tienen que estar necesariamente expuestas.

422-23.- Polaridad en los aparatos eléctricos con cordón y clavija, si el aparato eléctrico está provisto con un desconectador manual de un polo para conectarlo o desconectarlo de la red o a un portalámparas con casquillo roscado tipo Edison o a un receptáculo de 15 o 20 Amperes, la clavija debe ser de tipo polarizado con toma de tierra.

B.- Requisitos de los circuitos derivados

422-4.- Capacidad nominal de los circuitos derivados,

a) Circuitos individuales, la capacidad nominal de cada circuito individual no debe ser menor a la capacidad nominal marcada en el aparato eléctrico o a la capacidad nominal marcada en un aparato eléctrico con cargas combinadas,

D.- Control y protección de los aparatos eléctricos

422-22.- Aparatos eléctricos con desconexión por medio de cordón y clavija,

a) Conector separable o clavija de conexión y receptáculo, en los aparatos eléctricos conectados por medio de cordón y clavija se permite que se use como medio de desconexión un conector separable accesible o un receptáculo y clavija accesibles.

d) Requisitos de los conectores y las clavijas, los conectores y las clavijas deben cumplir las siguientes disposiciones:

1) Partes vivas, deben estar construidos e instalados de modo que estén protegidos contra contactos accidentales con partes vivas.

2) Capacidad interruptiva, deben ser capaces de interrumpir su corriente eléctrica nominal sin riesgo para las personas que los operen.

3) Intercambiabilidad, deben estar diseñados de forma que no puedan entrar en receptáculos de menor capacidad nominal.

CAPITULO III

III.1.- Reestructuración de la instalación eléctrica de una casa habitación

III.1.1.- Observación y análisis de la instalación eléctrica anterior

La siguiente casa habitación es un tipo de vivienda unifamiliar que cubre un área total de 120 m², la cual esta dividida en Planta Baja y Primer Nivel, que ocupan un área construida de 64 m² y el área restante esta dividida en el Patio Principal y Patio Trasero. En esta vivienda podemos observar una llegada de acometida aérea, que baja a través de un mástil verticalmente erguido, ésta llega al equipo de acometida pasando inicialmente por el equipo de medición, el cual es un medidor monofásico, a dos hilos (un cable para la fase y otro para el neutro), con una frecuencia de 50 Hertz y un voltaje de 125 Volts de corriente alterna, es del tipo S3B, todo esto inscrito en los datos de placa, posteriormente la línea es conectada al equipo de protección, el cual consta de un interruptor de cuchillas, de dos polos con fusibles de 30 amperes cada uno, cabe mencionar que el equipo de protección no cuenta con interruptores automáticos (termomagnéticos).

Una vez que la línea sale del equipo de acometida se dirige a conectar la carga instalada de toda la casa, la cual es un tipo de instalación Totalmente oculta, es decir en ella van ahogados en muros y losas todos los tubos y únicamente resaltan los dispositivos de control y protección. Para una mejor observación y análisis de la instalación eléctrica, dividiremos la casa en dos partes. La primer parte corresponde a la Planta Baja, el Patio Principal y Patio Trasero, la segunda parte al Primer Nivel.

Empezaremos por describir la primera parte, la cual esta dividida en: sala, comedor, estudio, ½ baño, cocina, pasillo, patio trasero y patio principal. En toda esta área están instaladas cajas para lámparas incandescentes

tipo octogonales y cajas rectangulares tipo chalupa, para apagadores y contactos, las cuales están conectadas a tubos tipo cónduit flexible de PVC, de ½ pulgada de diámetro. A través de los tubos pasan alambres de cobre con aislamiento TW calibre # 12, estos alambres conectan desde el equipo de protección (interruptor de cuchillas) a todas las lámparas con sus respectivos controles, así como también a todos los contactos, a los que se les conecta únicamente la fase y el neutro, sin tener ninguna conexión de tierra física, todos estos correspondientes a la primer división y sin hacer ningún circuito derivado, tal como se muestra en la siguiente figura.

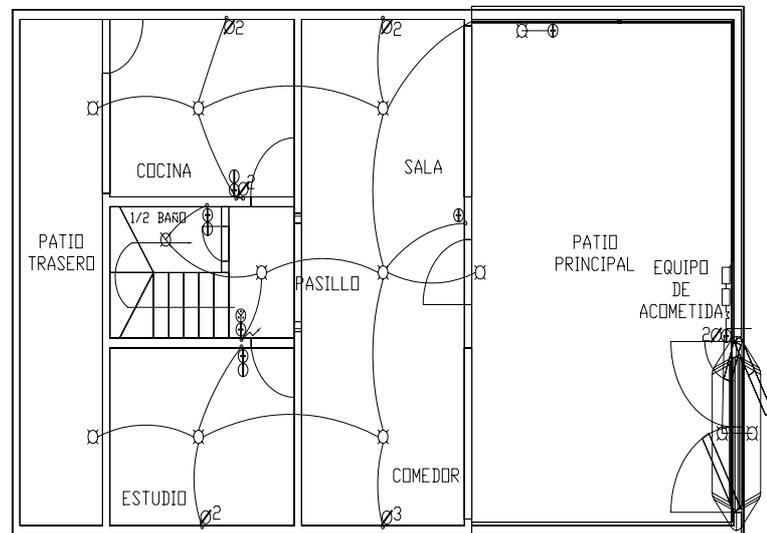


Fig. 3.1. Plano eléctrico, correspondiente a la Planta Baja, Patio Principal y Patio Trasero

El Primer Nivel esta dividido en cuatro habitaciones, un baño completo, el pasillo y las escaleras, de igual forma que en la Planta Baja, en esta área se empleó el mismo tipo de caja para las lámparas, los apagadores y contactos, así como también el mismo tipo de tubo (cónduit flexible de PVC, de ½ pulgada de diámetro), a través de ellos pasan alambres con aislamiento TW calibre # 12, estos alambres son la continuación de la línea que es tomada de la Planta Baja para hacer la conexión de las lámparas y receptáculos, así mismo tampoco se hizo ningún circuito derivado, es decir sigue siendo una sola línea desde la acometida para toda la carga conectada, hasta ahora descrita y sin ningún sistema de tierra física.

En forma general nos damos cuenta que en la instalación no se uso ningún otro dispositivo de protección como algún interruptor automático (termomagnético), más que el de cuchillas y en consecuencia no se distribuyo la corriente en circuitos derivados, también se observa que no hay sistema de tierra física, en caso de sobrecorriente o sobrecarga los aparatos eléctricos conectados son los que pudieran sufrir algún daño o peor aún el mismo usuario es el que podría pagar las consecuencias de una instalación poco eficiente y muy mal protegida.

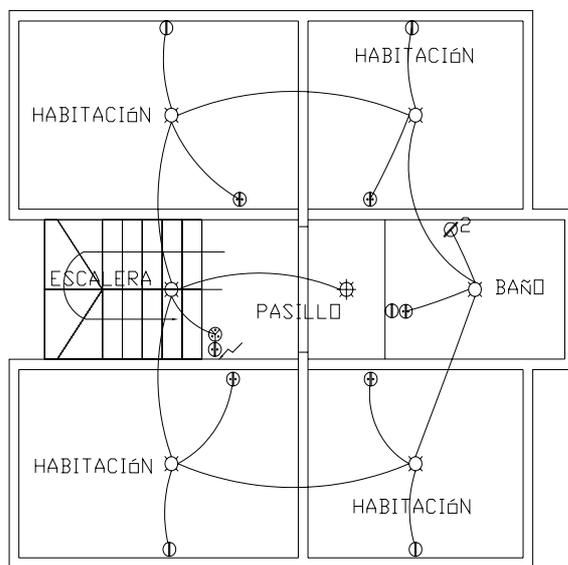


Fig. 3.2. Plano eléctrico, correspondiente Al Primer Nivel.

III.1.2.- Reestructuración de la instalación eléctrica de acuerdo a la NOM-001-SEDE-1999

En este apartado haremos la reestructuración eléctrica, de acuerdo a la norma en estudio, para poder entonces tener una instalación eléctrica eficiente, duradera, de una mejor calidad y con la mayor protección posible para nuestros aparatos eléctricos y electrodomésticos, así como también del usuario mismos.

Empezaremos entonces por las Disposiciones Generales que establece esta norma, tomando en cuenta los siguientes

artículos: el artículo **110.2.- Aprobación**, nos menciona que en las instalación eléctricas a que se refiere esta NOM se aceptara la utilización de materiales y equipo que cumplan con las normas oficiales mexicanas, normas mexicanas o normas internacionales. A falta de estas con las especificaciones del fabricante. El artículo **110.4.-** nos hace mención de lo siguiente, la tensión eléctrica nominal del sistema es el valor asignado a un sistema eléctrico. Como ejemplos de tensiones normalizadas, se tienen: 120/240Volts; 220Y/127 Volts; 480Y/277 Volts; 480 Volts como valores preferentes, 2400 Volts como de uso restringido, 440 Volts como valor congelado. La tensión eléctrica nominal de un sistema es el valor cercano al nivel de tensión al cual opera normalmente el sistema. Debido a contingencias de operación, el sistema opera generalmente a niveles de tensión del orden de 10% por debajo de la tensión eléctrica nominal del sistema para la cual los componentes del sistema están diseñados. Un factor importante en las instalaciones eléctricas son los conductores y la sección transversal de los mismos, para ello el artículo **110.5.-** nos indica que los conductores normalmente utilizados para transportar corriente eléctrica deben ser de cobre, a no ser que en esta NOM se indique otra cosa. Si no se especifica el material del conductor y las secciones transversales que se indiquen en esta norma se deben aplicar como si fueran conductores de cobre. Si se utilizan otros materiales, los tamaños nominales deben cambiarse conforme a su equivalente en cobre, así mismo el artículo **110-6.- Tamaño nominal de los conductores**, hace referencia a los tamaños nominales de los conductores que se expresan en mm² y opcionalmente su equivalente en AWG (American Wire Gage) o en circular mils.

El artículo **110-10.- Impedancia y otras características del circuito**, establece que los dispositivos de protección contra sobrecorriente, la impedancia total, las corrientes de interrupción de los componentes y otras características del circuito que haya que proteger, se deben elegir y coordinar de modo que permitan que los dispositivos para protección del circuito contra fallas, operen sin

causar daños a los componentes eléctricos del circuito. Se debe considerar que se presenta la falla entre dos o más de los conductores del circuito o entre cualquier conductor del circuito y el conductor de puesta a tierra o la canalización metálica que lo rodea, así mismo el art.110-14.- **Conexiones eléctricas**, dice que debido a las diferentes características del cobre y del aluminio, deben usarse conectadores o uniones a presión y terminales soldables apropiados para el material del conductor e instalarse adecuadamente. No deben unirse terminales y conductores de materiales distintos, como cobre y aluminio, a menos que el dispositivo esté identificado (aprobado conforme con lo establecido en 110-2) para esas condiciones de uso. Si se utilizan materiales como soldadura, fundentes o compuestos, deben ser adecuados para el uso y de un tipo que no cause daño a los conductores, sus aislamientos, la instalación o a los equipos.

a) Terminales, la conexión de los conductores a las terminales debe proporcionar una conexión segura, sin deterioro de los conductores y debe realizarse por medio de conectadores de presión (incluyendo tornillos de fijación), conectadores soldables o empalmes terminales flexibles.

Excepción: Se permite la conexión por medio de tornillos o pernos y tuercas de sujeción de cables y tuercas para conductores de tamaño nominal de 5,26 mm² (10 AWG) o menores.

b) Empalmes, los conductores deben empalmarse con dispositivos adecuados según su uso o con soldadura de bronce, soldadura al arco o soldadura con un metal de aleación fundible. Los empalmes soldados deben unirse primero, de forma que aseguren, antes de soldarse, una conexión firme, tanto mecánica como eléctrica. Los empalmes, uniones y extremos libres de los conductores deben cubrirse con un aislamiento equivalente al de los conductores o con un dispositivo aislante adecuado. Los conectadores o medios de empalme de los cables instalados en conductores que van directamente enterrados, deben estar listados para ese uso. A lo largo de toda la instalación y en la mayoría de los casos se requiere hacer empalmes entre conductores, conexiones o sujeción con otros dispositivos,

quedando así partes vivas expuestas, para lo que tenemos el siguiente artículo, **110-17.- Resguardo de partes vivas (de 600 V nominales o menos)**,

a) Partes vivas protegidas contra contacto accidental, excepto si en esta NOM se requiere o autoriza otra cosa, las partes vivas del equipo eléctrico que funcionen a 50 Volts o más deben estar resguardadas contra contactos accidentales por envolventes apropiadas o por cualquiera de los medios siguientes:

1) Estar ubicadas en un cuarto, bóveda o recinto similar accesible únicamente a personal calificado.

2) Mediante muros de materiales permanentes adecuados, tabiques o mamparas dispuestas de modo que sólo tenga acceso al espacio cercano a las partes vivas personal calificado. Cualquier abertura en dichos muros o mampara debe ser dimensionada o estar situada de modo que no sea probable que las personas entren en contacto accidentalmente con las partes vivas o pongan objetos conductores en contacto con las mismas.

3) Estar situadas en un balcón, una galería o en una plataforma tan elevado y dispuesto de tal modo que no permita acceder a personal no calificado.

4) Estar instaladas a 2.45 m. o más por encima del piso u otra superficie de trabajo.

Una vez establecidas las Disposiciones Generales de esta NOM, continuaremos con la reestructuración, de acuerdo a la observación antes realizada. Empezaremos por establecer las condiciones en las que se encuentra la Planta Baja, como ya habíamos descrito anteriormente ésta primer parte está dividida en sala, comedor, cocina, estudio, un pasillo, medio baño, patio principal y patio trasero, en toda esta área contamos con el siguiente listado de carga:

Tabla 3.1.- Carga instalada, correspondiente a la Planta Baja

	Contactos	foco de 100 w	foco de 40 w
Comedor	2		3
Sala	3		3
Estudio	3		2
Cocina	4	1	

Baño	1	1	
Pasillos		1	2
Patio principal	2	2	2
Patio trasero		2	
Total	15	7	12
Total en watts	2295	700	480
		Carga total en Watts	3475

La tabla anterior nos muestra la relación y la cantidad de contactos y lámparas de tipo incandescentes (de 100 y 40 watts) que hay en cada área dividida en esta primera parte.

Ahora bien, de acuerdo con el artículo **210-70.- Salidas requeridas para alumbrado**, el cual nos dice que las salidas para alumbrado se deben instalar donde se especifica a continuación:

a) Unidad o unidades de vivienda, en cada cuarto habitable, baño, vestíbulo, escalera, cochera independiente y entrada o salida exteriores, se deben instalar salidas para alumbrado en cantidad suficiente para cubrir las necesidades particulares de cada local. Las salidas para alumbrado deben estar controladas por medio de interruptores de pared (apagadores) instalados dentro del mismo lugar que controlan.

Excepción 1: En los cuartos habitables distintos de las cocinas y cuartos de baño, en los cuales es frecuente instalar uno o más interruptores de pared para controlar las salidas de alumbrado, se pueden sustituir éstas, con cualquier otro dispositivo que permita un control automático de las condiciones de iluminación de la habitación. En vestíbulos, escaleras, y accesos al exterior, se permite el control remoto, central o automático del alumbrado.

De esta forma podemos ver, de acuerdo a la figura 3.1, que en la parte de alumbrado la instalación cumple correctamente con el artículo, ya que hay iluminación suficiente en toda esta área y cada luminaria lleva su

correspondiente apagador de pared, los cuales esta ubicados a una altura de 1.35 metros a nivel de piso ya terminado y a 30 cm. de la puerta de acceso a cada área, para así pues facilitar el encendido o apagado de las luminarias. Otro detalle importante es que las luminarias están colocadas a una buena altura, para poder dar la mejor iluminación y con ello también facilitar el mantenimiento tanto de las luminarias con sus respectivos controles.

A parte de hacer una buena distribución de iluminación en una instalación eléctrica, es necesario también contar con las salidas de energía adecuadas, para esto contamos con el artículo **210-52.- Salidas para receptáculos en unidades de vivienda**,

a) Disposiciones generales, con objeto de reducir el uso de cordones a través de puertas, chimeneas y aberturas similares, en cada cocina, sala de estar, comedor, recibidor, vestíbulo, biblioteca, terraza, recámara, cuarto de recreo o cualquier habitación similar, se debe instalar salidas para receptáculos de modo que cubran las necesidades particulares de cada local, independientemente de satisfacer lo que para el efecto señalen otras disposiciones normativas o reglamentarias expedidas por las autoridades rectoras en materia de construcciones.

b) Pequeños aparatos eléctricos, deben instalarse, por lo menos, dos circuitos derivados de 20 Amperes, para los receptáculos ubicados en la cocina, comedor, sala o áreas similares en las unidades de vivienda (incluyendo el cuarto de lavado de ropa y el equipo de refrigeración en cocinas), a los cuales probablemente se conecten aparatos eléctricos mayores a 3 Amperes. Estos circuitos no deben alimentar a otras salidas que no sean los receptáculos mencionados.

c) Receptáculos mostradores, en las cocinas, baños y comedores de las unidades de vivienda los receptáculos no se deben instalar con la cara hacia arriba en las superficies de trabajo o en barras de los lavabos de los cuartos de baño.

d) Sótanos y cocheras, en las viviendas unifamiliares, en cada sótano y en cada cochera adyacente y en las cocheras independientes con instalación eléctrica, se debe instalar por lo menos una salida para receptáculo, además de la prevista para la lavadora.

e) Áreas de lavado, en unidades de vivienda se debe instalar por lo menos un receptáculo para lavadora.

Como podemos observar en la Fig.3.1 y en la tabla 3.1 contamos con salidas toma corriente necesarias, empezando por el patio principal en donde tenemos dos salida para los aparatos que se pudieran conectar en toda esta área, posteriormente en el comedor tenemos una caja con dos salidas; en una es conectada la iluminación esporádica del trincherero y la otra salida queda libre para conectar una lámpara por periodos de tiempo cortos, en la parte de la sala tenemos tres receptáculos, a los cuales se hacen llegar las clavijas de diversos aparatos eléctricos como la televisión, un reproductor de películas y un estéreo, continuando en la Planta Baja en el área de la cocina, contamos con cuatro contactos, a los cuales se conectan el refrigerador, el horno de microondas, la licuadora y queda una salida libre para cualquier otro aparato electrodoméstico que se pudiera conectar, como un tostador de pan, una sandwichera, un extractor de jugos, etc. En el cuarto de estudio contamos con tres contactos, para conectar exclusivamente un equipo de cómputo y cuando no es ocupado éste se conecta una extensión para la lavadora. En el 1/2 baño tenemos un receptáculo para conectar una secadora de cabello, una rasuradora, etc. Finalmente en el pasillo y en el patio trasero como se puede observar no tenemos ninguna salida de toma de corriente, por lo que no se requiere conectar ningún aparato eléctrico, de lo contrario se conectaría una extensión a alguno de los contactos libres de las áreas más cercanas.

Como podemos darnos cuenta, en lo hasta ahora señalado, hay una muy buena distribución de los componentes de iluminación, así como también de las tomas de corriente eléctricas, que

están instaladas a una altura de 40 cm. a nivel de piso ya terminado y en una parte totalmente accesible en todas las áreas, a excepción de la cocina y el baño, en donde están instalados a la misma altura de los apagadores, de esta forma facilitan la conexión de los aparatos eléctricos, la discreción y el acceso para su mantenimiento cumpliendo así con lo establecido en el artículo **210-52**.

Ahora continuaremos con la parte que corresponde al Primer Nivel, en esta área tenemos cuatro habitaciones o dormitorios, las escaleras, el pasillo y el cuarto de baño. En la siguiente tabla veremos la relación de carga que existe en esta segunda parte.

Tabla 3.2.- Carga instalada, correspondiente al Primer Nivel

	Contactos	Focos de 100 w	Focos de 40w
Cuartos	4		8
Escalera		1	
Baño	3	1	
Pasillo		1	
Total	7	3	8
Total en watts	1071	300	320
		Carga total en Watts	1691

Como podemos darnos cuenta en la tabla 3.2, en el Primer Nivel hay menos carga conectada, casi la mitad de la carga conectada que en la Planta Baja. En esta segunda parte la distribución de los elementos de iluminación es buena, ya que cada área dividida de este Primer Nivel cuenta con su propia luminaria y su respectivo dispositivo de control, tal como lo exige el artículo **210-70.- Salidas requeridas para alumbrado**.

Así mismo las salidas para receptáculos son las suficientes para cada habitación, puesto que no se requiere conectar más de un aparato eléctrico a la vez, a excepción del cuarto de baño, en donde considero que hay contactos en exceso y por consecuente no se utilizan todos estos, ya que lo único que se conecta es una

secadora de cabello, quedando los demás sin uso alguno, en este caso sugeriría cancelar dos de ellos colocando una tapa ciega. De esta manera se hace cumplir el artículo **210-52.- Salidas para receptáculos en unidades de vivienda.**

Hasta aquí no hemos tenido ningún problema con la instalación, pero como había mencionado en el tema anterior, la línea que distribuye energía a toda la instalación, es una sola, es decir no hay circuitos derivados a lo largo de toda la casa.

El que no haya circuitos derivados en una instalación ocasiona varios problemas, como por ejemplo: variación en el voltaje lo que se llama caída de tensión, que toda la carga este soportada por un par de cables y en consecuencia los mismos cables al sobrecargarse ocasionan temperaturas superiores a las de operación y consecuentemente un mal funcionamiento de la instalación eléctrica, hasta provocar un corto circuito, aunado a esto si no contamos con la protección adecuada se hace mas peligrosa la instalación.

Para ello, esta norma establece a través del artículo **210** todo lo relacionado con los circuitos derivados, con el cual nos basaremos para la reestructuración de esta parte.

La clasificación de los circuitos derivados la debemos hacer en función de la capacidad de conducción de corriente máxima o según del valor de ajuste del dispositivo de protección contra sobrecorriente y los valores son los siguientes; para circuitos derivados que no sean individuales 15, 20, 30, 40 y 50 Amperes. De esta forma lo establece el artículo **210.3**. Ahora bien, es importante hacer una correcta distribución de carga para cada circuito derivado, así como saber en cuantos circuitos debemos de dividir la carga total instalada y para hacer el cálculo de los circuitos derivados contamos con el artículo **220-3.- Cálculo de los circuitos derivados**, el cual establece que las cargas de los circuitos derivados se deben

calcular como se indica en los siguientes incisos:

a) Cargas continuas y no continuas, la capacidad nominal del circuito derivado no debe ser inferior a la carga no-continua más 125% de la carga continua. El tamaño nominal mínimo de los conductores del circuito derivado, sin aplicar ningún factor de ajuste o corrección, debe permitir una capacidad de conducción de corriente igual o mayor que la de la carga no-continua, más 125% de la carga continua.

c) Otras cargas-todas las construcciones, para salidas en receptáculos, cada receptáculo sencillo o múltiple instalado en el mismo puente se debe considerar a no-menos de 180 VA.

De esta forma nosotros podemos establecer también cuantos circuitos son los que debemos tener, tal como lo menciona al siguiente artículo.

220-4.- Circuitos derivados requeridos, dice que los circuitos derivados para alumbrado y aparatos eléctricos, incluidos aparatos eléctricos operados por motor, deben estar previstos para las cargas calculadas según 220-3. Además se deben instalar circuitos derivados para las cargas no específicas, que no estén cubiertas por 220-3, si así lo exige esta NOM. Para pequeños aparatos eléctricos tal como se especifica en el siguiente Apartado (b) y para lavadoras, tal como se indica en el próximo Apartado (c).

a) Número de circuitos derivados, el número mínimo de circuitos derivados se debe establecer a partir de la carga total calculada y del tamaño nominal del conductor de los circuitos utilizados. En todas las instalaciones, el número de circuitos debe ser suficiente para suministrar corriente eléctrica a la carga conectada. En ningún caso la carga de un circuito debe superar el máximo fijado en el artículo 210-22, del capítulo II.

b) Circuitos derivados para pequeños aparatos eléctricos en unidades de vivienda, además del número de circuitos derivados determinado según el anterior Apartado (a),

deben existir dos o más circuitos derivados de 20 Amperes para pequeños aparatos eléctricos. En todas las salidas para receptáculos especificadas en el artículo 210-52, para pequeños aparatos eléctricos.

c) Circuitos para lavadoras en unidades de vivienda, además del número de circuitos derivados determinado según los anteriores apartados (a) y (b), debe existir al menos otro circuito de 20 Amperes para conectar las salidas para receptáculos de lavadoras exigidas en 210-52(e). Este circuito no debe tener otras salidas.

d) Equilibrio de cargas entre circuitos derivados, cuando se calcule la carga sobre la base de VA/m², la instalación hasta e incluyendo el panel o paneles de alumbrado y control de los circuitos derivados, deben estar previstas para alimentar cargas no-inferiores a las calculadas. Esta carga se debe distribuir uniformemente entre los distintos circuitos derivados, con varias salidas, que se inicien en el mismo panel. Sólo se deben instalar dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados de acuerdo a la carga conectada.

De acuerdo a los artículos anteriores, en esta vivienda debemos de tener por lo menos cuatro circuitos derivados, de los cuales dos de ellos se utilizarían para el área de cocina, sala, comedor, estudio, patios, pasillo y baño, es decir toda la Planta Baja, otro circuito para el Primer Nivel y el último exclusivamente para el área de lavado, tal como lo indica el artículo 220-4 en el apartado (b), el cual menciona que en ese circuito no debe de haber otras salidas.

Así mismos es importante establecer la capacidad del alimentador, esto lo haremos en función de los circuitos derivados que se hagan en la instalación, tal como se indica en el apartado B,- *Alimentadores y acometidas* del artículo 220, del capítulo anterior.

Finalmente para esta parte tenemos una sola llegada de acometida aérea, tal como lo indica el artículo 230-2.- *Número de acometidas*, el cual dice que en un edificio u

otra estructura a la que se suministre energía eléctrica debe tener sólo una acometida, por lo que se hace cumplir este artículo, aunque tiene sus excepciones pero en este caso no las aplicaremos. El artículo 230-24 en el inciso (b) nos dice claramente la altura que deben de llevar los conductores de la acometida aérea, para lo que en este caso aplicaremos una altura de 3 metros a la entrada de la acometida eléctrica a los inmuebles y además en el punto más bajo de la curva de goteo del cable aéreo a la entrada eléctrica del inmueble y las áreas sobre el piso terminado, aceras o cualquier plataforma accesible sólo para peatones, medidos desde el nivel final o superficie accesible desde los que se puedan alcanzar, cuando los conductores de alimentación estén limitados a 150 V a tierra. Otro factor importante es el tamaño y la capacidad nominal del conductor, como lo indica el artículo 230-23, en sus dos incisos siguientes:

a) Disposiciones generales, los conductores deben tener suficiente capacidad de conducción de corriente para transportar la corriente eléctrica de la carga alimentada y calculada y deben tener una resistencia mecánica adecuada.

b) Tamaño nominal mínimo del conductor, los conductores deben tener un tamaño nominal no-menor a 8,367 mm² (8 AWG) si son de cobre o a 13,3 mm² (6 AWG) si son de aluminio.

Para sujetar a los cables de acometida, desde la llegada hasta el punto de conexión, se esta utilizando un mástil que sostiene de forma adecuada y segura los cables de acometida, tal como lo indica el artículo 230-28.- *Mástil de acometida como soporte*. Una vez que se hayan fijado bien los conductores al mástil de entrada al inmueble, se hacen las conexiones al equipo de acometida, cabe señalar que las conexiones deben ser de forma segura y duradera y que el cable no debe de llevar ningún empalme, así lo indica el artículo 230-46.- *Conductores sin empalmes*, dice que los conductores de entrada de acometida no deben presentar empalmes, a excepción de los siguientes casos;

Excepción 1: Se permiten conexiones mediante conectadores o pernos en las envolventes de medidores.

Excepción 2: Cuando los conductores de entrada de acometida estén derivados para alimentar grupos de dos a seis medios de desconexión agrupados en un mismo lugar.

En el equipo de acometida todas las partes energizadas deben de estar cubiertas o resguardadas, tal como lo menciona el siguiente art. **230-62.- Equipo de acometida. Cubierto o resguardado**, el cual dice que las partes energizadas del equipo de acometida deben cubrirse como se especifica a continuación:

a) **Cubiertos**, las partes energizadas deben estar cubiertas de manera que no queden expuestas a contactos accidentales.

b) **Resguardados**, las partes energizadas que no estén cubiertas deben instalarse dentro de un tablero de distribución, panel de alumbrado y control o de control, y deben estar resguardadas de acuerdo con lo indicado en 110-17. Dichas cubiertas deben estar provistas de cerradura con llave o de puertas selladas, las cuales den acceso a las partes energizadas.

Hasta este momento los medios de fijación para los conductores de acometida van de acuerdo con lo establecido en los artículos antes mencionados, hasta llegar al equipo de acometida, el cual esta resguardado por un gabinete de madera que esta totalmente cerrado cubriendo de esta manera alguna parte energizada del equipo de medición y desconexión de equipo de acometida, con lo cuales pudiera haber un contacto accidental, de tal forma estamos cumpliendo dichos artículos.

Los medios de desconexión de la acometida, deben de estar ubicados en un lugar de fácil y rápido acceso, así mismo deben de estar a una distancia no mayor a 5 metros del equipo de medición y marcados para poder identificarlos como tal, de esta forma lo indica el artículo **230-70**. El accionamiento del equipo de desconexión de ser manual o eléctrico, para ello nos habla el siguiente artículo **230-76.-**

Operación manual o eléctrica, los medios de desconexión de los conductores de fase de la acometida deben consistir en:

1) Un desconectador de accionamiento manual o un interruptor automático, equipado con una manija u otro medio adecuado para su accionamiento, o;

2) Un desconectador accionado eléctricamente o un interruptor automático equipado de forma que se pueda abrir manualmente en el caso de falla de suministro de energía.

Así como también se debe de indicar la posición de abierto o cerrado, es decir si esta pasando corriente a través del equipo de desconexión o no.

Hasta el momento se esta cumpliendo correctamente la norma, pero otra parte importante es el equipo de protección contra sobrecorriente y como lo había descrito anteriormente, la instalación en estudio no cuenta con tal protección, para ello reestructuraremos lo anterior en base a los siguientes artículos.

Empezaremos por la ubicación de los dispositivos, los cuales deben de estar ubicados en lugar de fácil acceso, no deben de estar expuestos a daños físicos, no deben de estar en lugares donde haya materiales combustibles como en roperos o guardarropas, así como también fuera de los cuartos de baño, así lo establece el artículo **230-24**. Es importante señalar que el dispositivo de sobrecorriente, debe de conectar a cada conductor de fase del circuito, de esta manera lo establece el artículo **240-21**. Así mismo es importante que dicho dispositivo este encerrado en una envolvente o caja especial para cortocircuito, de igual forma este colocado en una posición vertical, como lo indican los artículos **240-30** y **240-33**.

Los interruptores automáticos deben de funcionar correctamente, tal como lo indica el siguiente artículo **240-80. Modo de funcionamiento**, el cual dice que los interruptores automáticos de circuitos deben ser

de disparo libre y se deben poder abrir o cerrar manualmente. Se permitirá su modo normal de funcionamiento, por ejemplo eléctrico o neumático, si además cuentan con medios para su accionamiento manual. De igual forma que el equipo de desconexión de la acometida, los interruptores automáticos deben de indicar el estado de su posición, es decir si esta conectado o desconectado el circuito, así lo establece el artículo **240-81**. Un detalle importante para su instalación es lo que establece el artículo **240-83.- Marcas**, el cual a través de sus siguientes incisos, nos indica que marcas son las que deben de llevar los interruptores automáticos, esto para facilitar su mantenimiento, cambio o reemplazo;

a) Duraderas y visibles, los interruptores automáticos de circuitos deben estar marcados con su capacidad de corriente eléctrica nominal de forma duradera y visible después de instalarlos. Se permite que tales marcas sean visibles quitando una tapa o protección.

b) Localización, los interruptores automáticos de circuitos de 100 Amperes nominales o menos y 600 Volts nominales o menos deberán llevar su capacidad de corriente eléctrica nominal moldeada, estampada, grabada o marcada de algún modo similar en la manija de operación o en cualquier parte de su escudo.

c) Corriente de interrupción, todos los interruptores automáticos de circuitos con corriente de interrupción distinta de 5000 Amperes deben llevar visible el valor de su corriente de interrupción

e) Marcado de la tensión eléctrica, los interruptores se deben marcar con una tensión eléctrica nominal no-inferior a la tensión nominal del sistema, que sea indicativa de su capacidad de interrumpir corrientes eléctricas de falla entre fases o entre fase y tierra.

III.2.- Memoria de cálculo para la reestructuración

Para saber el calibre del conductor que se debe instalar en nuestra casa habitación,

tenemos que realizar unos cálculos muy sencillos, pero efectivos, ya que estos nos permitirán saber el calibre correcto o el más adecuado, en base a la carga conectada, para poder así seguir con nuestra reestructuración, ya que como había mencionado anteriormente en la instalación se utilizó alambre con aislamiento tipo TW y del calibre #12, en esta sección calcularemos el calibre adecuado y además utilizaremos cable y no alambre, ya que el cable tiene mayor maleabilidad, una mejor resistencia mecánica para hacer curvas a 90° y una mayor facilidad para hacer conexiones.

III.2.1.- Cálculo de conductores eléctricos

Para el cálculo exacto del calibre de los conductores eléctricos, deben tomarse en consideración principalmente la corriente para transportar y la caída de tensión máxima permisible según el caso.

Por lo antes expuesto es necesario tener conocimiento de las formulas correspondientes a los tres sistemas eléctricos como son: monofásico, bifásico y trifásico, para el suministro de energía eléctrica, estas formulas deben ser tanto para el cálculo por corriente, como para el de caída de tensión.

Como había descrito anteriormente, la instalación eléctrica que estamos trabajando corresponde a un sistema monofásico, el cual a través de la reestructuración va a estar conectado a tres hilos, es decir un hilo de corriente, otro para el neutro y uno para la tierra física. Por lo que únicamente haremos mención de las formulas para un sistema monofásico

Por **CORRIENTE**:

$$W = VI \text{ (watts).....(1)}$$

Esta formula solo nos da la potencia aparente o de línea y la potencia real siempre y cuando se tenga en el circuito carga 100% resistiva. Como se trata de indicar la formula general, es decir abarcando combinaciones de

los tres tipos de cargas eléctricas que son: carga resistiva, inductiva y capacitiva, en dicha formula incluiremos el factor de potencia ó $\cos \theta$. Quedándonos de la siguiente manera

$$W = VI \cos \theta \text{ (watts)} \dots \dots \dots (2)$$

Para poder conocer el calibre del conductor por el método de corriente, de la ecuación (2) despejamos la corriente, obteniendo lo siguiente:

$$I = \frac{W}{V \cos \theta} \text{ (Amperes)} \dots \dots \dots (3), \text{ en donde:}$$

- I = Corriente en amperes por conductor,
- W = Potencia, carga por alimentar o carga total expresada en watts,
- V = Tensión o Voltaje entre fase y neutro,
- $\cos \theta$ = Factor de potencia (*f.p.*) ó coseno del ángulo formado entre el vector tensión tomado como plano de referencia y el vector corriente, cuyo valor expresado en centésimas (0.85, 0.90, etc.), en realidad representa el tanto por ciento que se aprovecha la energía proporcionada por la empresa suministradora del servicio.

Por CAIDA DE TENSIÓN

$$e = 2RI, \text{ por ser ida y vuelta} \dots \dots \dots (4)$$

$$e = 2 \left(\rho \frac{L}{S} \right) I = 2 \left(\frac{1}{50} \frac{L}{S} \right) I = \frac{2LI}{50S} = \frac{LI}{25S} \dots \dots \dots (5)$$

$$e = \frac{LI}{25S} \text{ caída de tensión entre fase y neutro.} (6)$$

$$e\% = e \frac{100}{V} = \frac{LI}{25S} \frac{100}{V} = \frac{4LI}{SV} \dots \dots \dots (7)$$

Organizando la ecuación (7), tenemos el siguiente resultado:

$$e\% = \frac{4LI}{SV} \dots \dots \dots (8)$$

Para conocer el calibre de los conductores, de la ec. (8), despejamos la literal S , que se refiere a la sección transversal del mismo, finalmente quedando así:

$$S = \frac{4LIc}{Ve\%} \text{ (mm}^2\text{)} \dots \dots \dots (9), \text{ en donde:}$$

S = Sección transversal o área de los conductores eléctricos, expresada en mm^2 (área de cobre sin aislamiento),

L = Distancia expresada en metros desde la toma de corriente (interruptor general, tablero de control, tablero de distribución, etc.), hasta el centro de carga,

I = Corriente en amperes por conductor,

V = Tensión o Voltaje entre fase y neutro,

$e\%$ = Porcentaje de caída de tensión permisible.

Es importante tener siempre presente de que salvo casos excepcionales como lo son circuitos derivados para un motor, hornos eléctricos o para cargas únicas específicas, no se dispone en un momento dado de toda la carga total instalada, por lo tanto para tener que evitar conectar conductores eléctricos de gran sección transversal, se aconseja corregir la intensidad de corriente después de calculada, de acuerdo con la (3), multiplicándose por un factor de utilización o demanda que según el tipo de instalación y el uso que se haga de ella, varía normalmente de 0.6 a 0.9 (60% a 90%).

Por lo anterior, cuando no se trate de dar alimentación a una sola carga y principalmente cuando la carga total instalada sea la suma de varias cargas parciales, que se supone no van a ser utilizadas en forma simultanea, hay necesidad de corregir la nueva corriente para que de acuerdo al nuevo valor, se calculen los conductores eléctricos por corriente y por caída de tensión, en cuya formula (8), ya se debe considerar la corriente corregida I_c .

III.2.1.1.- Cálculo por el método de corriente eléctrica

Sumando la carga de las tablas 3.1 y 3.2 nos da una carga total instalada de 5166 watts, la cual es el resultado de sumar todas las cargas monofásicas como luminarias de 100 y 40 watts, así como también todos los contactos, a los cuales se les tomo como una carga no menor a 180 VA, de acuerdo con el artículo 220-3, en el inciso (c). Asimismo no se le ha aplicado ningún factor de utilización, el cual debe ser de

75%, así lo indica el artículo **220-17.- Carga de aparatos eléctricos en unidades de vivienda**, el cual dice que se permite aplicar un factor de demanda de 75% de la capacidad nominal de cuatro o más aparatos eléctricos fijos que no sean estufas eléctricas, secadoras, equipo de calefacción eléctrica o de aire acondicionado, conectado al mismo alimentador en viviendas uni, bi y multifamiliares. De la misma manera, para realizar los cálculos tomaremos una tensión de 127 volts, tal como lo establece el siguiente artículo **220-2.- Tensiones eléctricas**, si no se especifican otras tensiones eléctricas, para el cálculo de cargas del alimentador y de los derivados, se deben aplicar las tensiones eléctricas nominales de 120, 127, 120/240, 220Y/127, 208Y/120, 220, 440, 460, 480Y/277, 480, 600Y/347 y 600 Volts.

Una vez establecido lo anterior, listaremos a continuación nuestras variables conocidas:

Voltaje =	127 volts
F.U. =	0.75
f.p. =	0.85
Carga total =	5166 watts

Utilizando la formula (3),

$$I = \frac{W}{V \cos \theta}$$

Haciendo la sustitución de los valores,

$$I = \frac{5166watts}{(127volts)(0.85)}$$

$$I = 47.85 Amperes$$

Aplicando el factor de utilización nos queda el siguiente resultado:

$$I_c = I(0.75) = 47.85Amp(0.75)$$
$$I_c = 35.89 Amperes$$

Ahora bien el resultado anterior es para la carga total conectada, en donde utilizaremos un conductor cableado del calibre # 8 para la fase y un calibre # 10 para el neutro con aislamiento THW, de acuerdo con la tabla No. 3.3, del anexo de tablas, pero como ya lo habíamos

mencionado anteriormente, necesitamos cuatro circuitos derivados, por lo que para la Planta Baja tenemos una carga parcial conectada de 3475 watts, la cual dividiremos en dos circuitos, quedando los cálculos de la siguiente manera;

Utilizando nuevamente la formula (3),

$$I = \frac{W}{V \cos \theta}$$

Haciendo la sustitución de los valores, pero ahora con una carga parcial de 3475 watts, sin aplicar ningún factor de utilización,

$$I = \frac{3475watts}{(127volts)(0.85)}$$
$$I = 23.25 Amperes$$

Aplicando el factor de utilización nos queda el siguiente resultado:

$$I_c = I(0.75) = 23.25amp(0.75)$$
$$I_c = 17.44 Amperes$$

Este resultado es la corriente que deberán transportar dos conductores (cables) del calibre # 12 para la fase y un neutro del # 14, con aislamiento tipo THW, así lo señala la Tabla No. 3.3 en el anexo de tablas, para cablear los dos circuitos derivados correspondientes a la Planta Baja.

Finalmente tenemos que hacer un circuito derivado para el Primer Nivel y uno más para el área de lavado. Haremos los mismos cálculos, pero en esta ocasión utilizaremos una carga parcial de 1691 watts, quedando de la siguiente forma;

Haciendo uso de la formula (3),

$$I = \frac{W}{V \cos \theta}$$

Realizamos ahora la sustitución de nuestras variantes, con una carga de 1691 watts

$$I = \frac{1691watts}{(127volts)(0.85)}$$
$$I = 11.31 Amperes$$

Aplicando el factor de utilización nos queda el siguiente resultado:

$$I_c = I(0.75) = 11.31 \text{ amp}(0.75) \\ I_c = 8.48 \text{ Amperes}$$

De acuerdo a la tabla 3.3 del anexo de tablas necesitaremos tres cables con aislamiento THW del # 14, tanto para la fase como para el neutro, ya que la norma establece en artículo **210-19** inciso (c), que para conductores de fase no se deben de utilizar calibres menores al # 14 (2.082mm²).

III.2.1.2.- Cálculo por el método de caída de tensión

De la misma manera que en cálculo anterior, retomaremos las variantes ya conocidas y agregaremos otras nuevas para complementar el cálculo.

Voltaje =	127 volts
F.U. =	0.75
f.p. =	0.85
Carga total =	5166 watts
L=	70 metros
%e=	3%
I_c=	35.89 amperes

Para el porcentaje de caída de tensión permisibles (%e), lo tomaremos del 3%, tal como lo establece la norma en la tabla 3.5 del anexo de tablas.

De tal forma la distancia antes mencionada fue medida desde el centro de carga hasta la última carga conectada en la casa, dándonos como resultado una distancia de 65 y 70 metros aproximados.

Finalmente la corriente corregida (I_c), fue tomada del cálculo anterior, es decir por el método de corriente. Una vez establecidas todas las variantes, citaremos nuestras formulas ya antes mencionadas para el cálculo por este método, posteriormente hacer la sustitución de los valores y finalmente obtener el resultado.

Ayudándonos con la formula (9), obtenemos lo siguiente;

$$S = \frac{4LIc}{Ve\%}$$

Haciendo la sustitución de los valores,

$$S = \frac{4(70\text{mts})(35.89\text{amp})}{(127)(3)} \\ S = 26.37 \text{ mm}^2$$

Para una sección transversal de 26.37 mm², necesitamos un conductor (cables) del # 4, escogiendo al valor superior inmediato de la tabla No. 3.6 del anexo.

De la misma manera que el método anterior (por corriente), calcularemos el calibre del conductor para los circuitos derivados.

Haremos la sustitución de los valores para caída de tensión en la formula (9), pero con una corriente corregida de 17.44 amperes;

$$S = \frac{4(70\text{mts})(17.44\text{amp})}{(127)(3)} \\ S = 12.81 \text{ mm}^2$$

Para esta área necesitamos conductores cableados, del calibre # 4, de acuerdo a la tabla 3.6 del anexo de tablas. Los cuales se utilizaran en los circuitos derivados correspondientes a la Planta Baja.

Por último necesitamos saber las secciones transversales de los conductores que emplearemos en los circuitos del Primer Nivel y de la lavadora.

Realizaremos el mismo procedimiento, pero ahora emplearemos una I_c=8.48 amperes;

$$S = \frac{4(70\text{mts})(8.48\text{amp})}{(127)(3)} \\ S = 6.23 \text{ mm}^2$$

Buscando este resultado en la tabla 3.6 del anexo de tablas, corresponde un calibre del # 10, para los circuitos antes mencionados.

Finalmente en forma general y en base a los resultados obtenidos en los cálculos de los conductores por método de corriente, obtendremos las protecciones, es decir los interruptores termomagnéticos, que debemos de utilizar para cada uno de los circuitos.

Para el interruptor general (de cuchillas) utilizaremos dos fusibles a presión de 30 amperes cada uno, posteriormente para los dos circuitos de la Planta baja utilizaremos termomagnéticos de 20 amperes cada uno, esto es redondeando el amperaje obtenido en los cálculos a una cifra superior inmediata y que sea una cifra comercial.

Y para los dos circuitos restantes utilizaremos pastillas de 10 amperes, para cada uno, basándonos en el mismo criterio anterior.

III.2.2.- Sistema de tierra física

El sistema de tierra física es un factor importante en nuestra instalación eléctrica, ya que a través de este sistema podemos proteger a todos los aparatos eléctricos que estén conectados, a todos los componentes de una instalación como son los contactos, las luminarias y el alambrado principalmente, haciendo con esto una instalación segura y con un mayor tiempo de vida útil, así como también al usuario mismo, de esta forma en caso de presentarse una falla en algún receptáculo, luminaria o sobrecarga, el sistema de protección contra sobrecorriente se accionaría, provocando que toda la falla se descargue a la masa terrestre, a través de un electrodo de puesta a tierra, conectado al sistema de tierra de los equipos y del alambrado del usuario

Para esto el artículo **210-7**, nos indica a través del siguiente inciso, que los receptáculos deben de contar con conexión de puesta a tierra;

a) Con conexión de puesta a tierra, los receptáculos instalados en circuitos derivados de 15 y 20 Amperes deben ser con conexión de puesta a tierra. Los receptáculos con conexión de puesta a tierra se deben instalar sólo en

circuitos para la tensión y corriente eléctricas para las cuales están clasificados.

De la misma manera que los contactos, las luminarias o el equipo de iluminación también se debe de poner a tierra, tal como lo indica el artículo **410-18.- Partes expuestas de luminarias**, en sus siguientes incisos:

a) Con partes expuestas vivas, se deben poner a tierra las partes expuestas de las luminarias y equipo directamente conectados o cableados a cajas de registro con puesta a tierra.

b) Hechos de material aislante, las partes expuestas de las luminarias, directamente conectadas o cableadas a cajas de registro sin medios para puesta a tierra, deben estar hechas de material aislante y no presentar partes conductoras expuestas.

Otra parte importante de la instalación que se debe de poner a tierra son los armazones o carcasas de los motores y las envolventes del equipo de medición y protección, así lo marca el artículo **250-43.- Equipo fijo o conectado de forma permanente**, el cual establece que se deben poner a tierra, independientemente de su tensión eléctrica nominal, las partes metálicas expuestas y no-conductoras de corriente eléctrica del equipo descrito a continuación:

a) Armazones y estructuras de tableros de distribución, los armazones y estructuras de tableros de distribución en los que esté instalado equipo de interrupción.

c) Armazones de motores, las armazones de motores.

Ahora bien, una vez que ya se hayan hecho las conexiones de tierra, debemos asegurarnos que haya una trayectoria efectiva a tierra, como lo menciona el siguiente artículo **250-51.- Trayectoria efectiva de puesta a tierra**, y establece que la trayectoria a tierra desde los circuitos, equipo y cubiertas metálicas de conductores debe ser: (1) permanente y eléctricamente continua; (2) de capacidad suficiente para conducir con seguridad cualquier

corriente eléctrica de falla que pueda producirse, y (3) de una impedancia suficientemente baja como para limitar la tensión eléctrica a tierra y facilitar el funcionamiento de los dispositivos de protección del circuito. El terreno natural no se debe utilizar como el único conductor de puesta a tierra de equipo.

En nuestra instalación utilizaremos un electrodo de puesta a tierra, al cual le haremos llegar todos los cables de tierra física, tanto de los contactos, registros de las luminarias, el armazón de la bomba de agua, las cubiertas del equipo de medición y protección, dicha instalación la haremos en base al artículo **250-83.- Electrodo especialmente construidos**, los electrodos especialmente construidos deben estar libres de recubrimientos no-conductores, como pintura o esmalte.

c) Electrodo de varilla o tubería, los electrodos de varilla y tubo no deben tener menos de 2,4 m de longitud, deben ser del material especificado a continuación y estar instalados del siguiente modo:

1) Los electrodos consistentes en tubería o tubo (cónduit) no deben tener un tamaño nominal inferior a 19 mm. (diámetro) y, si son de hierro o acero, deben tener su superficie exterior galvanizada o revestida de cualquier otro metal que los proteja contra la corrosión.

2) Los electrodos de varilla de hierro o de acero deben tener como mínimo un diámetro de 16 mm. Las varillas de acero inoxidable inferiores a 16 mm. de diámetro, las de metales no-ferrosos o sus equivalentes, deben estar aprobadas y tener un diámetro no-inferior a 13 mm.

3) El electrodo se debe instalar de modo que tenga en contacto con el suelo un mínimo de 2,4 m. Se debe clavar a una profundidad no-inferior a 2,4 m excepto si se encuentra roca, en cuyo caso el electrodo se debe clavar a un ángulo oblicuo que no forme más de 45° con la vertical, o enterrar en una zanja que tenga como mínimo 800 mm. de profundidad. El extremo superior del electrodo debe quedar a nivel del piso, excepto si el extremo superior del electrodo y la conexión con el conductor del

electrodo de puesta a tierra están protegidos contra daño físico.

d) Electrodo de placas, los electrodos de placas deben tener en contacto con el suelo un mínimo de 0,2 m² de superficie. Los electrodos de placas de hierro o de acero deben tener un espesor mínimo de 6,4 mm. Los electrodos de metales no-ferrosos deben tener un espesor mínimo de 1,52 mm.

e) Electrodo de aluminio, no está permitido utilizar electrodos de aluminio.

Así mismo el material del conductor de puesta a tierra debe ser como lo indica el artículo **250-91**, en su siguiente inciso;

a) Conductor del electrodo de puesta a tierra, el conductor del electrodo de puesta a tierra debe ser de cobre o aluminio. El material elegido debe ser resistente a la corrosión que se pueda producir en la instalación, y debe estar adecuadamente protegido contra la corrosión. El conductor debe ser macizo o cableado, aislado, forrado o desnudo y debe ser de un solo tramo continuo, sin empalmes ni uniones.

Y el tamaño nominal del mismo conductor, va a estar determinado por la tabla 3.7 en el anexo de tablas.

III.3.- Costo – Durabilidad

En nuestra instalación eléctrica podemos hacer una comparación de costo y durabilidad, esto es con la finalidad de obtener un ahorro económico, es decir tenemos que ver la forma de cómo podemos obtener un beneficio extra y así emplear componentes eléctricos que tengan una mayor vida útil y que el costo del mismo producto sea más bajo.

Para que podamos cumplir con nuestro objetivo, debemos de reducir el consumo de energía eléctrica, es decir tratar de quitar o de no utilizar mucho tiempo nuestros aparatos eléctricos, electrodomésticos y tratar de que nuestras lámparas estén encendidas el menor

tiempo posible o inútilmente, para así poder reducir la carga conectada.

Ahora bien, es evidente que por ese lado sería un poco difícil lograr nuestro objetivo, ya que algunos aparatos electrónicos o electrodomésticos son de vital importancia y resultaría imposible dejar de utilizarlos. Por todas estas razones y muchas más se diseñaron lámparas ahorradoras de energía eléctrica como lo vimos en el Capítulo I, lo cual sería más factible cambiar una lámpara fluorescente por una lámpara incandescente y así obtener un ahorro de energía, tal como lo veremos a continuación.

III.3.1.- Ahorro de energía

Como lo mencionaba anteriormente el punto clave para el ahorro de energía son las lámparas, claro que aunado a esto tiene que haber una buena instalación eléctrica, es decir que no haya fugas de corriente, que el calibre del conductor sea el adecuado, así como los componentes o materiales utilizados en toda la instalación.

Ahora bien, a través de la figura 3.3, nos podemos dar cuenta de la equivalencia de consumo de una lámpara incandescente y una lámpara ahorradora.

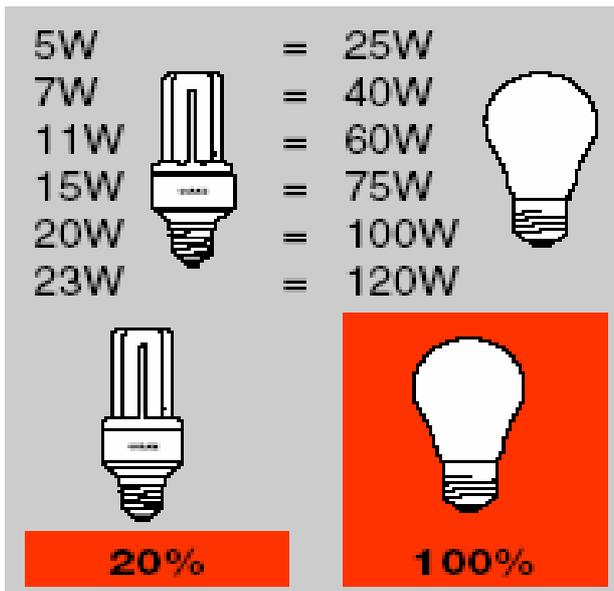


Fig. 3.3. Relación de consumo de una lámpara Fluorescente compacta y una lámpara incandescente.

Como nos podemos dar cuenta, en la figura, anterior mientras una lámpara incandescente consume el 100% de la energía, una lámpara ahorradora consume el 20%, comparada con la incandescente. Ahora en nuestra instalación contamos con lámparas o focos incandescentes de 40 y 100 watts, según las tablas 3.1 y 3.2, para esto nos referimos a la figura 3.3, para obtener la equivalencia de iluminación de una lámpara incandescente de 40 watts a una fluorescente y así mismos con la de 100 watts.

De acuerdo a la misma figura una lámpara incandescente de 40 watts, es equivalente a una de fluorescente de 7 watts y para un foco de 100 watts, es equivalente un ahorrador de 20 watts, para entonces así obtener la misma iluminación, pero con el menor consumo de energía.

El siguiente punto a analizar es la durabilidad de la lámpara una con respecto de la otra, para esto nos basaremos en la figura 3.4, aunque cabe recordar que los datos anteriores, así como este son valores aproximados, los cuales dependen de las marcas en comparación, aunque la variación no es mucha.

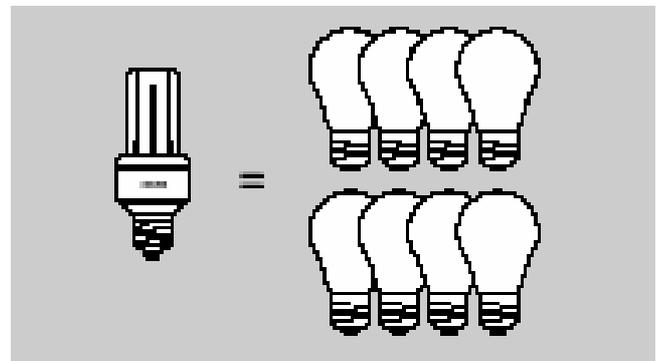


Fig. 3.4. Relación de ahorro de una lámpara Fluorescente compacta y una lámpara incandescente.

En promedio el resultado de ahorro en el reemplazo de las lámparas incandescentes es de 7 a 8 veces, con respecto de un foco ahorrador, el cual sería una sola vez, ya que estos tienen una vida útil de 15,000 horas de uso aproximadamente, mientras que un foco incandescente tiene una vida útil de 2,000 horas de uso aproximado.

Ahora el costo de las lámparas es muy distante, al igual que la relación de consumo.

Una lámpara incandescente tiene un costo promedio de \$3.00 a \$15.00 pesos, este costo depende de la marca, el modelo y el lugar de compra. De la misma forma una lámpara fluorescente tiene un costo de \$40.00 a \$70.00 pesos, así mismo depende de la marca, el modelo y el lugar de compra. Cabe recordar que estos precios son para lámparas de 40 a 100 watts en focos incandescentes y para ahorradores de 5 a 23 watts.

Para poder saber el gasto aproximado del reemplazo de las lámparas, tenemos que observar la siguiente tabla.

Tabla 3.8.- Costo por el reemplazo de las lámparas.

	Horas (uso)	Reemplazos	Cantidad	Costo
Ahorrador	15,000	1	30	1500
Incandescente (100w)	2000	7	10	350
Incandescente (40w)	1000	15	20	1500

NOTA: El precio para los cálculo de las lámpara se tomaron de la siguiente manera, para una lámpara ahorradora de 7 y 20 watts fue de \$50.00 pesos c/u y para focos incandescentes de 40 y 100 watts, se tomo de \$5.00 pesos c/u.

La tabla 3.8 nos muestra la relación de vida útil de cada de cada una de las lámparas y tomando como referencia o límite máximo la lámpara ahorradora, obtenemos las siguientes variante, es decir mientras que un foco ahorrador nos va a durar un promedio de 15,000 horas de vida útil, que serían aproximadamente 20 meses, los demás tipos de focos nos van a durar menos, por lo que tenemos que reemplazarlos un mayor número de veces, y en base a las tablas 3.1 y 3.2 de este mismos capítulo, necesitamos una cierta cantidad de focos, por lo que haciendo los cálculos correspondiente nos queda el costo promedio mostrado en la tabla anterior, es decir el gastos de lámparas en un periodo aproximado de 20 meses para focos ahorradores sería de \$1,500.00 pesos y para lámparas incandescentes de 40 y 100 watts sería de \$1,850.00 pesos aproximadamente

Finalmente para poder ver si hay algún ahorro de energía y en consecuencia un ahorro económico, tenemos que hacer la relación de consumo y la facturación que hace la compañía suministradora de energía para ver los resultados y así saber si nos conviene hacer este gasto.

La compañía que nos da el suministro de energía eléctrica nos cobra en base al consumo que tengamos por hora (kW/h) y cada bimestre, de acuerdo a las tarifas establecidas por la misma compañía. Ahora bien para saber el consumo aproximado, dicha compañía establece una formula, y es la siguiente:

$$Consum.aprox.en kWh = \frac{Capa.en W \times tiempo de consum.}{1000}$$

Tabla 3.9.- Consumo aprox. en kW/h al bimestre.

Lámparas y electrodomesticos	No. De lámparas/ aparatos	Capacidad en watts	Horas de uso diario	Consumo W/h	Consumo de KW/h al bimestre
Refrigerador	1	320	6	1920	115.2
Licuadaora	1	375	0.083	31.125	1.8675
Lavadora	1	500	0.5	250	15
Horno de microondas	1	1450	0.16	232	13.92
Televisor (sala)	1	250	3	750	45
Televisor (habitación)	1	65	0.5	32.5	1.95
Relojes	2	4	24	96	5.76
Play Station	1	400	0.25	100	6
Computadora	1	200	1	200	12
Radio (sala)	1	18	0.083	1.494	0.08964
Radio (cuarto)	1	18	0.083	1.494	0.08964
Plancha	1	1570	0.33	518.1	31.086
lamp patio prin	2	200	0.083	16.6	0.996
lamp sala	3	120	2	240	14.4
lamp comedor	5	200	2	400	24
lamp cocina	1	100	2.5	250	15
lamp estudio	2	80	0.25	20	1.2
lamp pasillo PB	1	100	0.16	16	0.96
lamp baño PB	1	100	0.33	33	1.98
lamp patio trasero	2	200	0.083	16.6	0.996
lamp escalera	1	100	0.25	25	1.5
lamp pasillo PN	1	100	0.25	25	1.5
lamp hab	2	80	1	80	4.8
lamp hab	2	80	1	80	4.8
lamp hab	2	80	1	80	4.8
lamp hab	2	80	1.5	120	7.2
lamp baño PN	1	100	1	100	6
				TOTAL(Watts)	338.09478
				COSTO (pesos)	169.04739

En base a esta fórmula podemos obtener el consumo aproximado en kW/h, que hay en nuestra casa habitación, posteriormente este resultado lo tenemos que multiplicar por la tarifa vigente (la cual nos es menor a \$0.25 centavos) y por los 60 días que corresponden al cobro por bimestre.

Una vez comprendido esto hay que hacer los cálculos correspondientes, para esto necesitamos saber cuantas lámparas, aparatos eléctricos y electrodomésticos tenemos, así como la potencia que consumen y finalmente cuanto tiempo aproximadamente están en uso, todos estos datos los tenemos en la tabla 3.9, en donde podemos observar que hay un consumo bimestral de 338.09 kW/h, por este consumo pagaremos la cantidad de \$169.04 pesos. Ahora necesitamos conocer el consumo después del reemplazo de las luminarias, tal como se ven en la siguiente tabla.

Tabla 3.10.- Consumo aprox. en kW/h al bimestre, reemplazando las luminarias.

Lámparas y electrodomesticos	No. De lámparas/ aparatos	Capacidad en watts	Horas de uso diario	Consumo W/h	Consumo de KW/h al bimestre
Refrigerador	1	320	6	1920	115.2
Licuadaora	1	375	0.083	31.125	1.8675
Lavadora	1	500	0.5	250	15
Horno de microond	1	1450	0.16	232	13.92
Televisor (sala)	1	250	3	750	45
Televisor (habitació	1	65	0.5	32.5	1.95
Relojes	2	4	24	96	5.76
Play Station	1	400	0.25	100	6
Computadora	1	200	1	200	12
Radio (sala)	1	18	0.083	1.494	0.08964
Radio (cuarto)	1	18	0.083	1.494	0.08964
Plancha	1	1570	0.33	518.1	31.086
lamp patio prin	2	40	0.083	3.32	0.1992
lamp sala	3	21	2	42	2.52
lamp comedor	5	35	2	70	4.2
lamp cocina	1	20	2.5	50	3
lamp estudio	2	14	0.25	3.5	0.21
lamp pasillo PB	1	20	0.16	3.2	0.192
lamp baño PB	1	20	0.33	6.6	0.396
lamp patio trasero	2	40	0.083	3.32	0.1992
lamp escalera	1	20	0.25	5	0.3
lamp pasillo PN	1	20	0.25	5	0.3
lamp hab	2	14	1	14	0.84
lamp hab	2	14	1	14	0.84
lamp hab	2	14	1	14	0.84
lamp hab	2	14	1.5	21	1.26
lamp baño PN	1	20	1	20	1.2
				TOTAL (Watts)	264.45918
				COSTO (pesos)	132.22959

De acuerdo a los resultados arrojados por las tabla 3.10, a simple vista nos damos cuenta de que si hay un ahorro en el consumo de energía, por lo tanto hay un ahorro económico.

Al igual que en las luminarias, vamos a proyectar este ahorro a un tiempo de 20 meses, quedándonos como resultado las siguientes tablas.

Tabla 3.11.- Cálculo proyectado a 20 meses, correspondiente a la tabla 3.9.

Costo por energía	1690.4739
Costos por lamps	1850
Total (pesos)	3540.4739

Tabla 3.12.- Cálculo proyectado a 20 meses, correspondiente a la tabla 3.10.

Costo por energía	1322.2959
Costos por lamps	1500
Total (pesos)	2822.2959

Gracias a los resultados obtenidos por las tablas 3.11 y 3.12 nos damos cuenta de que hay un ahorro económico de \$718.17 pesos, por lo que conviene comprar luminarias ahorradoras de energía, así mismos estaremos contribuyendo al ahorro económico familiar, al cuidado y al buen uso de la energía eléctrica.

CONCLUSIONES

Una vez concluido este trabajo de investigación, nos damos cuenta que hay varios aspectos importantes que hay que cumplir en las instalaciones eléctricas, dichos aspectos van desde una correcta distribución de los elementos de alumbrado, esto es para evitar accidentes por falta de iluminación, así como también evitar el cansancio de la vista o forzar la misma a causa del factor mencionado. Otro aspecto importante es la distribución y la cantidad adecuada de las salidas toma corriente o los contactos, esto nos ayudará en gran medida a tener que pasar extensiones de un lugar a otro, evitando así los accidentes ocasionados por la falta de receptáculos.

Desde estos detalles evidentemente sencillos, hasta la correcta distribución de energía, como los circuitos derivados que debe de llevar una instalación eléctrica, de acuerdo a la carga conectada y en consecuencia de esto, los elementos de protección que deben de acompañar a dichos circuitos, estos elementos son un factor importante, ya que nos proporcionarán una mayor seguridad para el equipo conectado y tranquilidad para el usuario. Así mismo es importante tener aterrizado todo nuestro sistema eléctrico, evitando con ello que las fallas eléctricas las absorban los equipos o las personas que habiten el inmueble. Otro factor importante es el ahorro de energía y por ende hay un ahorro económico, así como lo vimos en el último tema, del capítulo III.

Todos estos aspectos fue posible reestructurarlos gracias a la norma en estudio, ya que en base a cada uno de sus artículos pudimos darnos cuenta de las partes que estaban instaladas correctamente, así como de los errores que tenía la instalación, para entonces así cumplir con el objetivo de tener un ahorro energético-económico, como también de tener una instalación eficiente, duradera y de gran calidad.

A N E X O S

Tabla 3.3.- Capacidad de corriente promedio de los conductores de 1 a 3 en tubo conduit (todos los hilos) y a la intemperie

CALIBRE A.W.G. o M.C.M.	TIPO DE AISLAMIENTO			A LA INTEMPERIE	
	TW	THW	VINANEL-NYLON Y VINANEL 900	TW	VINANEL NYLON- 900 THW
14	15	25	25	20	30
12	20	30	30	25	40
10	30	40	40	40	55
8	40	50	50	55	70
6	55	70	70	80	100
4	70	90	90	105	135
2	95	120	120	140	180
0	125	155	155	195	245
00	145	185	185	225	285
000	165	210	210	260	330
0000	195	235	235	300	385
250	215	270	270	340	425
300	240	300	300	375	480
350	260	325	325	420	530
400	280	360	360	455	575
500	320	405	405	515	660
FACTORES DE CORRECCION POR TEMPERATURA AMBIENTE MAYOR DE 30 °C					
°C	MULTIPLIQUESE LA CAPACIDAD DE CORRIENTE POR LOS SIGUIENTES FACTORES				
40	NO SE	0.88	0.90		
45	USA A	NO A	0.85		
50	MAS DE	MAS DE	0.80		
55	35° C	40° C	0.74		
FACTORES DE CORRECCION POR AGRUPAMIENTO					
DE 4 a 6 CONDUCTORES 80%					
DE 7 a 20 CONDUCTORES 70%					
DE 21 a 30 CONDUCTORES 60%					

Tabla 3.4.- Caídas de tensión máximas permitidas según el reglamento de obras e instalaciones eléctricas

SISTEMA	TENSIONES		
	127.5	220	440
ALUMBRADO 3 %			
Alimentadores principales 1%	1.27	2.2	-
Circuitos derivados 2%	2.54	4.4	-
FUERZA 4 %			
Alimentadores principales 3%	-	6.6	13.2
Circuitos derivados 1%	-	2.2	4.4

Tabla 3.5.- Diámetros y áreas interiores de tubos conduit y ductos cuadrados

DIÁMETROS NOMINALES		ÁREAS INTERIORES EN mm ²			
		PARED DELGADA		PARED GRUESA	
PULGADAS	mm	40%	100%	40%	100%
½	13	78	196	96	240
¾	19	142	356	158	392
1	25	220	551	250	624
1 ¼	32	390	980	422	1056
1 ½	38	532	1330	570	1424
2	51	874	2185	926	2316
2 ½	64	-	-	1376	3440
3	76	-	-	2116	5290
4	102	-	-	3575	8938
2 ½ x 2 ½	65 x 65	-	-	1638	4096
4 x 4	100 x 100	-	-	4000	10000
6 x 6	150x150	-	-	9000	22500

Tabla 3.6.- Área promedio de los conductores eléctricos de cobre suave o recocido, con aislamiento tipo TW, THW Y VINANEL 900.

CALIBRE A.W.G. o M.C.M.		AREA DEL COBRE EN mm ²	AREA TOTAL CON TODO Y AISLAMIENTO	AREA TOTAL DE ACUERDO AL CALIBRE Y AL NUMERO DE CONDUCTORES ELECTRICOS, PARA SELECCIONAR EL DIAMETRO DE LAS TUBERIAS SEGÚN LA TABLA No. 3.5				
				2	3	4	5	6
Alambres	14	2.08	8.30	16.60	24.90	33.20	41.50	49.80
	12	3.30	10.64	21.28	31.92	42.56	53.20	63.84
	10	5.27	13.99	27.98	41.97	55.96	69.95	83.94
	8	8.35	25.70	51.40	77.10	102.08	128.50	154.20
Cables	14	2.66	9.51	19.02	28.53	38.04	47.55	57.06
	12	4.23	12.32	24.64	36.96	49.28	61.60	73.92
	10	6.83	16.40	32.80	49.20	65.60	82.00	98.40
	8	10.81	29.70	59.40	89.10	118.80	148.50	178.20
	6	12.00	49.26	98.52	147.78	197.04	246.30	295.56
	4	27.24	65.61	131.22	196.83	262.40	328.05	393.66
	2	43.24	89.42	178.84	268.26	357.68	447.10	536.52
	0	70.43	143.99	287.98	431.97	575.96	719.95	863.94
	00	88.91	169.72	339.44	509.16	678.88	848.60	1018.32
	000	111.97	201.06	402.12	603.18	804.24	1005.30	1206.36
	0000	141.23	239.98	479.96	719.94	959.92	1199.90	1439.88
	250	167.65	298.65	597.30	895.95	1194.46	1493.25	1791.19
	300	201.06	343.07	686.14	1029.15	1372.28	1715.35	2058.42
	400	268.51	430.05	860.10	1290.15	1720.20	2150.25	2580.30
	500	334.91	514.72	1029.44	1544.16	2058.88	2573.36	3088.32

Tabla 3.7.- Tamaño nominal mínimo de los conductores de tierra para canalizaciones y equipos

Capacidad o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc. (Amperes)	Tamaño nominal mm (AWG o kcmil)	
	Cable de cobre	Cable de aluminio
15	2,082 (14)	-
20	3,307 (12)	-
30	5,26 (10)	-
40	5,26 (10)	-
60	5,26 (10)	-
100	8,367 (8)	13,3 (6)
200	13,3 (6)	21,15 (4)
300	21,15 (4)	33,62 (2)
400	33,62 (2)	42,41 (1)
500	33,62 (2)	53,48 (1/0)
600	42,41 (1)	67,43 (2/0)
800	53,48 (1/0)	85,01 (3/0)
1000	67,43 (2/0)	107,2 (4/0)
1200	85,01 (3/0)	126,7 (250)
1600	107,2 (4/0)	177,3 (350)
2000	126,7 (250)	202,7 (400)
2500	177,3 (350)	304 (600)
3000	202,7 (400)	304 (600)
4000	253,4 (500)	405,37 (800)
5000	354,7 (700)	608 (1200)
6000	405,37 (800)	608 (1200)

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

- **Instalaciones Eléctricas Prácticas**
Ritcher, Ed. CECSA
- **Manual de las instalaciones en los edificios**
Gay Fawcett, Ed. GG/México
- **Chartered Institution of Building Services Engineers**
(CIBSE). 1993. Lighting Guide. Londres: CIBSE.
- **Comisión Electrotécnica Internacional**
(CEI). 1993. IEC Londres: CEI.

ATENCIÓN PERSONALIZADA

- **Centro Integral de Servicios (CIS)**
Horario de atención personal de 8:00 a 14:00 hrs. en días hábiles
Vía telefónica de 8:00 a 20:00 hrs. de Lunes a Viernes en los siguientes números telefónicos
5140 0020 y 5927 80 00.
- **CONAE, LFC**

WEB

- www.energía.gob.mx
- www.nacobre.com.mx
- www.conductoresarsa.net
- www.bticino.com.mx
- www.luz.philips.com