



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

---

---

**Facultad de Estudios Superiores Aragón**

**“SELECCION DE ALIMENTADORES ELECTRICOS PRINCIPALES EN  
BAJA TENSION PARA UN EDIFICIO DE USO COMERCIAL**

**TESIS  
PARA OBTENER EL GRADO DE  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
AREA: ELÉCTRICA - ELECTRÓNICA**

**PRESENTA:  
SALAZAR CAMACHO DANIEL RAFAEL  
TORRES RIVERA ROQUE**

**ASESOR: MTRO. VÍCTOR MANUEL SÁNCHEZ MORALES**

**Bosques de Aragón, Estado de Mexico, Octubre de 2014.**



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.

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Indice</b>   | <b>I</b>  |
| <b>Introducción</b>   | <b>II</b> |
| <b>Capítulo 1 Elementos a considerar en una instalación eléctrica comercial</b>         | <b>1</b>  |
| 1.1 El principio fundamental de una instalación eléctrica                               | 2         |
| 1.1.1 Cálculo de la carga de iluminación en instalaciones eléctricas comerciales        | 2         |
| 1.1.2 Rieles de iluminación   | 4         |
| 1.1.3 Cargas no lineales en instalaciones eléctricas comerciales                        | 7         |
| 1.2 la instalación eléctrica  | 8         |
| 1.3 Contingencias eléctricas en centros comerciales                                     | 10        |
| 1.3.1 Clasificación   | 11        |
| 1.3.2 Vida y mantenimiento de una instalación eléctrica                                 | 13        |
| 1.3.3 Calidad del suministro de energía eléctrica                                       | 13        |
| 1.3.4 Componentes básicos de una instalación eléctrica                                  | 14        |
| 1.4 Organizaciones y normas que rigen el rubro de las instalaciones eléctricas.         | 15        |
| 1.4.1 Normas y reglamentos  | 15        |
| 1.4.2 Normas internacionales  | 17        |
| 1.4.3 Organizaciones que rigen a las instalaciones eléctricas                           | 18        |
| 1.5 Contingencias y Protecciones Eléctricas   | 21        |
| 1.5.1 Las contingencias eléctricas  | 21        |
| 1.5.2 Contingencias eléctricas más comunes en centros comerciales                       | 24        |
| 1.5.3 Las protecciones eléctricas   | 29        |
| 1.5.4 Sistema de puesta a tierra  | 30        |
| 1.5.5 Sistema de pararrayos   | 31        |
| 1.5.6 Distancias de trabajo   | 31        |
| 1.5.7 Dispositivos de protección  | 33        |
| <b>Capítulo 2 Determinación de las necesidades eléctricas del edificio</b>              | <b>40</b> |
| 2.1 La importancia del anteproyecto eléctrico   | 40        |
| 2.2 Edificios altos y centros comerciales, no tan distintos                             | 42        |
| 2.3 La modernización del sector   | 43        |
| 2.3.1 Dificultades, nuevos desafíos y mayor eficiencia energética                       | 44        |
| 2.3.2 Próximos retos y cogeneración   | 44        |
| 2.4 Necesidades técnicas del edificio   | 46        |
| 2.5 Características y normatividad general  | 48        |
| 2.6 Notas en el diagrama unifilar   | 50        |
| 2.7 Simbología  | 55        |
| <b>Capítulo 3 Cálculos, especificaciones y requerimientos bajo la NOM-001-SEDE-2005</b> | <b>57</b> |
| 3.1 Descripción del proyecto  | 57        |
| 3.2 Descripción del Sistema Eléctrico Media Tensión                                     | 59        |
| 3.3 Cargas Eléctricas Preliminares  | 62        |
| 3.4 Matriz de Servicios Plazas Comerciales y Oficinas Interlomas                        | 65        |
| 3.5 Medición de consumo de energía eléctrica (CFE)                                      | 69        |
| 3.6 Obra Civil y Electromecánica  | 69        |
| 3.6.1 Coordinación y Aprobación   | 70        |
| 3.6.2 Tuberías  | 71        |
| 3.6.3 Caja de Conexiones  | 74        |
| 3.6.4 Conductores   | 74        |
| 3.6.4.1 Conectores, cintas y marcadores   | 78        |
| 3.6.5 Tableros e Interruptores  | 78        |
| 3.6.6 Tubo Conduit Metálico y Accesorios.   | 80        |
| 3.6.7 Cajas y accesorios  | 81        |
| 3.6.8 Accesorios para cajas registro metálicas troqueladas                              | 82        |
| 3.6.9 Tableros de alumbrado, receptáculos, fuerza y distribución                        | 82        |

|     |  |            |
|-----|--|------------|
| 3.7 | Memoria de Cálculo   | 86         |
|     | 3.7.1 Selección del Calibre  | 86         |
|     | 3.7.2 Ecuaciones de Cálculo  | 89         |
|     | 3.7.2.1 Cálculos de corriente  | 89         |
|     | 3.7.2.2 Calculo de caída de tensión (por resistencia)                                  | 90         |
|     | 3.7.2.3 Calculo de caída de tensión (por impedancia)                                   | 90         |
| 3.8 | Metodología cálculo tipo: Sistema de Protección contra incendio (PCI)                  | 91         |
| 3.9 | Tablas Resumen de alimentadores a Tableros y Equipos de Servicios Propios y Locatarios | 94         |
|     | <b>Conclusiones</b>  | <b>98</b>  |
|     | <b>Anexo Diagramas unifilares</b>  | <b>100</b> |
|     | <b>Glosario</b>  | <b>103</b> |
|     | <b>Bibliografía</b>  | <b>106</b> |

## Objetivo

Argumentar mediante cálculos las necesidades eléctricas de operación de acuerdo al giro y/o características de los distintos espacios que comprenden el proyecto de un edificio de uso comercial para la selección adecuada de conductores, protecciones, canalizaciones, equipo de medición, obra eléctrica, etc.

- La propuesta de la red de distribución de media tensión se presenta como recomendación debiéndose de respetar en la medida de lo posible las trayectorias propuestas.

## Introducción

Las instalaciones eléctricas comerciales construidas conforme a lineamientos técnicos y normativos modernos, contribuyen al ahorro de volúmenes considerables de energía eléctrica en la planta industrial y edificios comerciales, algunos ahorros pueden lograrse mediante un trabajo de reingeniería de la instalación eléctrica comercial, cuando la instalación eléctrica comercial ya está terminada mientras que otros se consiguen mediante un simple cambio de equipos o dispositivos.

El diseño de las instalaciones eléctricas comerciales debe estar bien fundamentado en la ciencia física y deben de tener su buen bagaje de casos de éxito en la experiencia operativa y la seguridad de la práctica de la instalación eléctrica comercial.

Cuando un administrador busca la reducción en el importe de la factura de la energía eléctrica, y esta la compra de una empresa suministradora como la Comisión Federal de Electricidad, hace bien en enfocarse en la reducción de pérdidas por efecto Joule en la instalación eléctrica comercial, su sistema de cableado y los equipos que la utilizan, la reducción de la demanda pico en su instalación eléctrica comercial también será motivo de especial atención y sobre todo vigilar el factor de potencia de las cargas conectadas a su instalación eléctrica.

Cada circuito de una instalación eléctrica comercial tiene algún valor inherente de resistencia y reactancia por lo que cada instalación eléctrica desperdicia alguna cantidad de energía eléctrica en forma de calor conocida en la profesión de instalador eléctrico como pérdidas por efecto Joule.

En tanto la energía eléctrica sea abundante y barata, los diseñadores de instalaciones eléctricas comerciales solo tendrán que preocuparse por validar la

temperatura a la que habrá de ser elevado el aislamiento del conductor de la instalación eléctrica comercial mientras esta conduce la corriente de la carga.

También en instalaciones eléctricas comerciales de circuitos para alimentar motores, la reducción instantánea de voltaje durante el arranque de este y la caída de tensión durante la operación normal del motor o de la carga conectada a la instalación eléctrica es motivo de tratamiento especial.

## Capítulo 1

### Elementos a considerar en una instalación eléctrica comercial

La energía eléctrica es un insumo indispensable para el desarrollo de la economía en su conjunto y para la producción de otros bienes y servicios, generando el incremento de recursos y en consecuencia también las actividades productivas del país.

El Sistema Eléctrico Nacional (SEN), está conformado por ocho regiones, de las cuales el Sistema Central proporciona el Servicio Público de Energía Eléctrica, su función no solamente se limita al abasto de la energía eléctrica, sino que comprende atributos importantes que conforma su misión, como el proporcionar el servicio en condiciones adecuadas de cantidad, calidad, oportunidad, competitividad, atención a sus usuarios y preservación del medio ambiente.

El principal centro de consumo de energía lo constituye la zona metropolitana de la Ciudad de México, con una población cercana a los veinte millones de habitantes y una alta concentración industrial, comercial, de servicios y actividades gubernamentales; no dejando de ser importantes las cargas demandadas principalmente por el Estado de México y las de los Estados de Morelos, Hidalgo y Puebla, que en conjunto, por la configuración de la red eléctrica le dan la característica de un gran nodo receptor-distribuidor con alta densidad de carga concentrada en una zona geográficamente pequeña que esta inyectada básicamente por la generación que procede de los Sistemas Oriental y Occidental en tensiones de 230 y 400 kV.

Para comenzar, basta decir que existen diferentes definiciones de instalación eléctrica, sin embargo todas conllevan al mismo objetivo. En este trabajo se define como el conjunto de elementos interconectados para proveer energía eléctrica en la cantidad y tiempo que sea requerida en forma óptima y segura. En otras palabras, es el conjunto de elementos que permiten transportar y distribuir la

energía eléctrica desde el punto de suministro hasta los equipos que la utilizan, como: tableros, interruptores, transformadores, bancos de capacitores, dispositivos sensores, dispositivos de control local o remoto, cables, conexiones, receptáculos, canalizaciones y soportes, entre otros.

## **1.1 El principio fundamental de una instalación eléctrica**

En Mexico, las instalaciones eléctricas comerciales deben de diseñarse y construirse aplicando la Norma Oficial Mexicana, NOM-001-SEDE-2005 ahora vigente que tiene como propósito fundamental el garantizar la seguridad de las personas, animales y los bienes contra los riesgos que puedan resultar de la utilización de las instalaciones eléctricas comerciales e industriales.

En la tarea de diseñar una instalación eléctrica comercial es fundamental como primer paso determinar el valor de la carga eléctrica que va a ser alimentada.

Con esta información podrán seleccionarse adecuadamente los accesorios, circuitos derivados, centros de carga, circuitos alimentadores así como interruptores y tableros y los demás elementos que forman la instalación eléctrica. Casi ningún apartado de la NOM es tan útil para el propósito de diseñar una instalación eléctrica como el Artículo 220, el cual cubre los requisitos para determinar el número de circuitos derivados necesarios y calcular las cargas de estos, de los alimentadores y de las acometidas al edificio o local.

### **1.1.1 Cálculo de la carga de iluminación en instalaciones eléctricas comerciales**

Según La NOM, *artículo 220, cálculo de los circuitos derivados, alimentadores y acometidas*. el criterio para determinar la carga mínima de alumbrado para edificaciones no debe nunca ser menor a la especificada en la tabla 1, 220-3 (b) de la norma, en la cual se deben de medir las superficies desde la parte exterior

de los muros sin incluir los espacios abiertos como patios y cocheras, dice La NOM que esta tabla considera la carga de dicha instalación eléctrica operando con un factor de potencia del 100% y que son condiciones de carga mínima lo cual no perderemos de vista a lo largo del diseño de la instalación eléctrica.

**Tabla 1. 220-3(b). Cargas de alumbrado general por tipo del inmueble**

| Tipo del inmueble  | Carga unitaria (VA/m <sup>2</sup> ) |
|--|-------------------------------------|
| Almacenes militares y auditorios   | 10                                  |
| Bancos   | 35**                                |
| Bodegas  | 2,5                                 |
| Casas de huéspedes   | 15                                  |
| Clubes   | 20                                  |
| Edificios de oficinas  | 35**                                |
| Edificios industriales y comerciales   | 20                                  |
| Escuelas   | 30                                  |
| Estacionamientos públicos  | 5                                   |
| Hospitales   | 20                                  |
| Hoteles y moteles, incluidos apartamentos sin cocina*  | 20                                  |
| Iglesias   | 10                                  |
| Juzgados   | 20                                  |
| Peluquerías y salones de belleza   | 30                                  |
| Restaurantes   | 20                                  |
| Tiendas  | 30                                  |
| Unidades de vivienda*  | 30                                  |
| En cualquiera de las construcciones anteriores excepto en viviendas unifamiliares y unidades individuales de vivienda bifamiliares y multifamiliares:  |                                     |
| - Lugares de reunión y auditorios  | 10                                  |
| - Vestibulo, pasillos, armarios, escaleras   | 5                                   |
| - Lugares de almacenamiento  | 2,5                                 |
| <b>NOTAS:</b>  |                                     |
| * Todas las salidas para receptáculos de uso general de 20 A nominales o menos, en unidades de vivienda unifamiliares, bifamiliares y multifamiliares y en las habitaciones de los clientes de hoteles y moteles (excepto las conectadas a los circuitos de receptáculos de corriente eléctrica especificados en 220-4(b) y (c)), deben considerarse tomas para alumbrado general y en tales salidas no son necesarios cálculos para cargas adicionales. |                                     |
| ** Además debe incluirse una carga unitaria de 10 VA/m <sup>2</sup> para las salidas de receptáculos de uso general cuando este tipo de salidas de receptáculos sea desconocido.   |                                     |

En la tabla 1, 220-3 (b) encontramos las cargas en Volt Amperes por metro cuadrado de superficie para diferentes ocupaciones de edificios, deberán usarse como mínimo estos valores unitarios o si se conoce la carga conectada y esta es mayor que estos valores debe de usarse esta última, de esta manera las instalaciones eléctricas comerciales serán conformes con La NOM.

En La NOM de instalaciones eléctricas comerciales e industriales se define como escaparate cualquier ventana utilizada o diseñada para la exhibición de mercancías o material publicitario, que esta total o parcialmente cerrada o totalmente abierta por detrás y que puede tener o no una plataforma a un nivel superior al del piso de la calle; pues bien la carga que debemos considerar para el cálculo del circuito derivado de iluminación de un escaparate es de 200 VA por 30 cm lineales o 660 VA por metro lineal o usar la carga conectada si su valor es mayor.

### **1.1.2 Rieles de iluminación**

En instalaciones eléctricas en el Art. 410-100 encontramos la siguiente definición: Un riel de iluminación es un conjunto fabricado, diseñado para soportar mecánicamente y suministrar energía eléctrica a luminarios que puedan reemplazarse fácilmente del riel. Su longitud se puede alterar agregando o quitando secciones de riel.

#### **410-101. Instalación**

- a. **Riel de iluminación.** Los rieles de iluminación deben estar instalados y conectados permanentemente a un circuito derivado. En los rieles solo se deben instalar dispositivos especiales para rieles de iluminación. Los rieles de iluminación no deben estar equipados con receptáculos de uso general. Cargas conectadas. Las cargas conectadas a los rieles de iluminación no deben superar la capacidad nominal del riel.

- b. Un riel de iluminación debe estar conectado a un circuito secundario de una capacidad nominal no inferior a la del riel
- c. Lugares no permitidos. No se deben instalar rieles de iluminación:
  - 1. donde sea probable que puedan sufrir daño físico;
  - 2. en lugares húmedos o mojados;
  - 3. donde estén expuestos a vapores corrosivos;
  - 4. en cuartos de almacenamiento de baterías;
  - 5. en áreas peligrosas (clasificadas);
  - 6. ocultos;
  - 7. atravesando paredes o tabiques;
  - 8. a menos de 1,5 m sobre la superficie del piso, excepto si están protegidos contra daño físico o funcionan a un valor eficaz de tensión eléctrica de menos de 30 V en circuito abierto.
  - 9. dentro de la zona medida de 90 cm horizontalmente y 2,5 m verticalmente desde la parte superior del borde de la tina de baño.
- d. Sujeción. Los accesorios identificados para utilizarse con rieles de iluminación deben estar diseñados específicamente para el tipo de riel en el que vayan a instalarse. Deben ir sujetos al riel, mantener la polaridad, la puesta a tierra y estar diseñados para suspenderlos directamente del riel.
- **410-102.**Carga de los rieles. Para los cálculos de cargas, se considera que un riel de alumbrado de 60 cm de longitud o una fracción del mismo, equivale a 150 VA.

Cuando se instalen rieles con varios circuitos, los requisitos de carga de esta sección deben considerarse divididos equitativamente entre los circuitos.

Lunes 13 de marzo de 2006 DIARIO OFICIAL 286 Excepción: Los rieles instalados en unidades de vivienda o en las habitaciones de huéspedes de hoteles o moteles. Nota: Este valor de 150 VA por cada 60 cm de riel, es únicamente para efectos de cálculo de la carga y no limita la longitud del riel que se vaya a instalar ni el número de luminarios permitidos.

- **410-103.** Riel de alumbrado de servicio pesado. Un riel de iluminación de servicio pesado debe estar aprobado e identificado para usarse a más de 20 A. Cada accesorio conectado a un riel de iluminación de servicio pesado debe estar protegido individualmente contra sobrecorriente.
- **410-104.** Sujeción. Los rieles de iluminación deben estar sujetos de modo que cada soporte sea adecuado para soportar el máximo peso de los luminarios que se puedan instalar. Un tramo de 1,2 m o menos debe tener dos soportes y, cuando se instalen en una fila continua, cada sección individual no mayor que 1,2 m debe llevar un soporte adicional, a menos que estén aprobados para apoyarse a intervalos mayores.
- **410-105.** Requisitos de construcción
  - a) Construcción. La armazón de los rieles de iluminación debe ser lo suficientemente resistente como para mantener la rigidez. Los conductores deben ir instalados dentro de la armazón del riel, permitiendo la inserción de los luminarios y estar diseñados para evitar la manipulación y el contacto accidental con las partes vivas. No se deben intercalar rieles de sistemas con distintas tensiones eléctricas. Los conductores instalados en los rieles deben tener un tamaño nominal mínimo de 3,31 mm<sup>2</sup> (12 AWG) y ser de cobre. Los extremos de los rieles deben estar aislados y protegidos con tapas. Excepción: Los luminarios que incorporen un dispositivo integral para reducir la tensión eléctrica a un valor menor de tensión eléctrica de la lámpara.
  - b) Puesta a tierra. Los rieles de alumbrado deben estar puestos a tierra cumpliendo lo establecido en el artículo 250. Las distintas secciones del riel deben estar perfectamente acopladas de modo que mantengan la continuidad, la polaridad y la puesta a tierra de todo el circuito.  
  
En instalaciones eléctricas comerciales resulta de suma importancia comprender que aunque hay que seguir los requerimientos mínimos de asignación de carga de este artículo 220, no existe la obligación

de que la carga llegue a tener estos valores o a superarlos toda vez que también existe reglamentación para la operación eficiente en cuanto al uso de la energía. Algunas normas de eficiencia energética limitan la carga conectada a valores menores de los señalados en la tabla 220 – 3 (b); Lo que resulta fundamental entender es que el diseño del sistema eléctrico debe tener la capacidad de carga y la fortaleza para soportar para los valores mínimos de la tabla del 220 – 3 (b) no tanto que la carga deba valer esos números.

### **1.1.3 Cargas no lineales en instalaciones eléctricas comerciales**

Carga no lineal:

Aquella donde la forma de onda de la corriente eléctrica en estado estable no siga la forma de onda de la tensión eléctrica aplicada.

*“Ejemplos de cargas que pueden ser no lineales: equipo electrónico, alumbrado de descarga eléctrica/electrónica, sistemas de velocidad variable, hornos de arco eléctrico y similares”.*

Una instalación eléctrica con tres fases cuatro conductores de un sistema conectado en estrella, utilizada para suministrar energía eléctrica a cargas no lineales, puede requerir que el sistema este diseñado para permitir altas corrientes armónicas en el neutro.

No debe reducirse en la instalación eléctrica diseñada la capacidad de conducción de corriente del neutro en la parte de la carga que consista en cargas no lineales alimentadas con un sistema de tres fases cuatro conductores conectado en estrella, ni en el conductor puesto a tierra de un circuito de tres conductores que este formado por el conductor neutro y dos fases de un sistema tres fases cuatro conductores conectado en estrella.

Si la instalación eléctrica trata de un circuito de tres fases cuatro hilos conectados en estrella, en el que la mayor parte de la carga sea no lineal, como lámparas de descarga, equipo electrónico y equipo de procesamiento de datos o similares, en el conductor neutro se producen corrientes armónicas, por lo que este debe considerarse como conductor activo o portador de corriente.

Las cargas no lineales pueden incrementar la temperatura en el transformador, sin que su protección de sobrecorriente opere y lo mismo ocurre con otras partes de la instalación eléctrica.

En un circuito trifásico de cuatro hilos conectado en estrella, en donde la mayor parte de la carga de la instalación eléctrica son cargas no lineales, tales como alumbrado por descarga eléctrica, equipo de cómputo, o equipo similar, hay corrientes armónicas presentes en el conductor neutro, y el neutro debe considerarse como un conductor portador de corriente.

## 1.2 la instalación eléctrica

Una instalación eléctrica debe distribuir la energía eléctrica a los equipos conectados de una manera segura y eficiente. Además debe de ser *económica, flexible, y de fácil acceso.*

- **Seguridad** Una instalación segura es aquella que no representa riesgos para los usuarios ni para los equipos que alimenta o que están cerca. Existen muchos elementos que pueden utilizarse para proteger a las personas que trabajan cerca de una instalación eléctrica, entre otros: la conexión a tierra de todas las partes metálicas que están accesibles, la inclusión de mecanismos que impidan que la puerta de un tablero pueda abrirse mientras este se encuentre energizado, la colocación de tarimas de madera y hule en los lugares donde se operen interruptores y, en general, elementos que impidan el paso (letreros, candados, alambradas, etc.).

En relación con la seguridad de los equipos, debe hacerse un análisis técnico-económico para determinar la inversión en protecciones para cada equipo. Por ejemplo, para un equipo que represente una parte importante de la instalación y que sea muy costoso no deberá limitarse la inversión en protecciones.

- **Eficiencia** El diseño de una instalación debe hacerse cuidadosamente para evitar consumos innecesarios, ya sea por pérdidas en los elementos que la constituyen o por la imposibilidad para desconectar equipos o secciones de alumbrado mientras estos no se estén utilizando.
- **Economía** Los proyectos de ingeniería tienen que considerar las implicaciones económicas. Esto quiere decir que el ingeniero, frente a cualquier proyecto, debe pensar en su realización con la menor inversión posible. Hipotéticamente hablando la mejor solución a un problema de instalaciones eléctricas debería ser única: la ideal. En la realidad el ingeniero proyectista requiere de habilidad y tiempo para acercarse a esa solución ideal. Pero las horas – hombre dedicadas al proyecto son parte importante del costo, por lo que tampoco es recomendable dedicar demasiado tiempo a resolver problemas sencillos.
- **Flexibilidad** Se entiende por instalación flexible aquella que puede adaptarse a pequeños cambios. Por ejemplo, una instalación aparente en tubos metálicos o charolas es mucho más flexible que una instalación ahogada en el piso. **Accesibilidad** Una instalación bien diseñada debe tener las previsiones necesarias para permitir el acceso a todas aquellas partes que pueden requerir mantenimiento. Por ejemplo, espacios para montar y desmontar equipos grandes y pasillos en la parte posterior de los tableros, entre otros. También se entiende por accesibilidad el que se cuente con todos los elementos que permitan entender el diseño de la instalación es decir, la especificación completa y todos los planos y diagramas necesarios.

Normas que se deben cumplir NOM-001-2005 para instalaciones eléctricas.

NOM-004-STPS-1992 sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utiliza en el centro de trabajo

- NOM-001-STPS-1993 condiciones de seguridad e higiene en los edificios, locales, instalaciones y áreas de los centros de trabajo
- NOM-005-STPS-1998 condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo
- NOM-017-STPS-1993 relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo
- NOM-022-STPS-1993 relativa a las condiciones de seguridad en los centros de trabajo, donde la electricidad estática representa un riesgo
- NOM-026-STPS-1998 colores y señales de seguridad e higiene
- NMX-CC-018-1996-IMNC directrices para desarrollar manuales de calidad

### **1.3 Contingencias eléctricas en centros comerciales**

La electricidad siempre ha tenido un papel de gran importancia en nuestra vida cotidiana, tanto en nuestros hogares como en los lugares de trabajo, por esto es indispensable conocer todo lo relacionado a la electricidad y los peligros que trae consigo. Una faceta de la electricidad se refiere a las instalaciones eléctricas, tema que abarcaremos en gran medida en este trabajo.

Una instalación eléctrica debe distribuir la energía a los equipos conectados de la mejor manera posible, cuidando la continuidad en el servicio y un suministro de energía de “buena calidad”.

De acuerdo a lo anterior, los objetivos de la instalación eléctrica son:

- Seguridad.
- Eficiencia.
- Economía.
- Mantenimiento.
- Distribución.

- Accesibilidad.
- Flexibilidad

### 1.3.1 Clasificación

Debido a la diversidad de las instalaciones eléctricas, se clasifican en diferentes formas, pero para nuestro estudio, mencionaremos sólo las relativas al nivel de voltaje, las que se relacionan de acuerdo al tipo de instalación y las que se deben al modo de operación.

Nivel de voltaje:

- Instalaciones no peligrosas. Se refieren a las instalaciones que utilizan un voltaje de operación menor o igual a 12 Volts.
- Instalaciones de baja tensión. Cuando su voltaje con respecto a tierra es menor a 750 Volts
- Instalaciones de media tensión. Son las que utilizan un rango de voltaje entre 1 y 34.5 kV. En México los voltajes más comunes para usuarios en media tensión son de 13.8 y 23 kV.
- Instalaciones de alta tensión. Se refieren cuando los voltajes de operación son superiores a los antes mencionados.

Tipo de instalación:

- Aparentes. Son aquellas que se encuentran con sus componentes a la vista y prácticamente sin protección, un ejemplo se ilustra en la Figura 1.1.



**Figura 1.1** Instalación eléctrica aparente.

- Parcialmente ocultas. Nos referimos a éstas cuando las partes constitutivas de este tipo de instalación se encuentran de manera oculta entre muros, muros y plafones, etc., en otras palabras, se puede tener acceso a ellas en la mayoría de sus componentes (figura 1.2).



Figura 1.2 Instalación eléctrica parcialmente oculta

- Totalmente ocultas o ahogadas. Este tipo de instalaciones se muestra en la figura 1.3. Sólo permiten tener acceso a ellas en los puntos en donde se realizan conexiones o derivaciones, pero no se tiene acceso a las trayectorias en general.



Figura 1.3 Instalación eléctrica totalmente oculta o ahogada.

### **1.3.2 Vida y mantenimiento de una instalación eléctrica**

Este punto es muy importante, debido a que la mayoría de las personas erróneamente tiene el concepto que una instalación eléctrica ya esta vieja en el momento que suceden fallas recurrentes e inclusive accidentes fatales, es otras palabras cuando se vuelve inservible. Sin embargo, la instalación por naturaleza propia y los elementos que la constituyen tienen un tiempo de vida útil, el cual es difícil de precisar ya que influyen muchos factores, entre los cuales podemos mencionar el uso y el mantenimiento. Así mismo se recomienda en base a experiencia que la instalación sea sustituida por una nueva aproximadamente cada 10 años.

Respecto al mantenimiento se puede decir que hay instalaciones sencillas que no lo requieren, pero que se debe tener cuidado sobre las modificaciones y el mal uso. En aquéllas instalaciones donde sí se requiera; consiste básicamente en la limpieza, para evitar acumulación de polvo o basura, el apriete de empalmes en donde se requieran, ajustes de contactos y revisión de los elementos de protección. Para instalaciones que cuenten con equipos especiales, se debe realizar el mantenimiento que el fabricante o distribuidor indica, sino fuese así, proteger a los equipos contra mal usos.

En conclusión, está claro que un mantenimiento adecuado y el buen uso alargan la vida útil de la instalación.

### **1.3.3 Calidad del suministro de energía eléctrica**

El suministro de energía eléctrica por parte de la compañía suministradora, no está exento de presentar eventualidades que deriven en una “mala calidad de la energía” dando por resultado diversas fallas en el sistema eléctrico del usuario. Existen diversas contingencias de origen externo al suministrador y que también repercuten en el sistema, en consecuencia el usuario podría presentar daños a sus equipos, así como a la instalación misma.

De lo anterior, podemos realizar una pequeña lista de los eventos más comunes que presenta la energía eléctrica que se nos entrega.

- Discontinuidad en el servicio.
- Variaciones de voltaje.
- Variaciones de frecuencia.
- Contenido de armónicas.
- Sobretensiones.

#### **1.3.4 Componentes básicos de una instalación eléctrica**

Es de vital importancia conocer la estructura y elementos de una instalación eléctrica, esto da partida a identificar, en un momento dado, una falla y de qué tipo es. Otro beneficio que se logra; es cuando se realizan cambios en la instalación, ya que se facilita de manera considerable el desarrollo de los mismos. En fin, podemos mencionar diferentes ventajas, pero lo importante es que si conocemos la estructura y los dispositivos que forman a la instalación, se pueden evitar contingencias y daños mayores.

La estructura de una instalación eléctrica se puede definir a grandes rasgos en la siguiente lista, ya que en los siguientes capítulos abundaremos más en el tema, indicando la importancia de cada componente y el buen desarrollo de la instalación.

- Suministro (Acometida).
- Medición.
- Protecciones.
- Distribución.
- Protecciones.
- Carga.

## **1.4 Organizaciones y normas que rigen el rubro de las instalaciones eléctricas**

En las instalaciones eléctricas de tiempos anteriores y debido a la diversidad de las mismas, existían constantemente diferentes errores, por tal motivo fue necesario regular y estandarizar los métodos para desarrollarlas, por medio de la creación de normas y organismos certificados para realizar esta acción. En la actualidad estos organismos son los que nos rigen. Sabemos que un buen proyecto de ingeniería es una respuesta técnica y económicamente adecuada, que respeta los requerimientos de los reglamentos y los códigos aplicables sin olvidar que el diseño de instalaciones eléctricas debe realizarse bajo un marco legal.

Es de conocimiento público que existen diferentes reglamentos aplicables a este tipo de instalaciones. Entre los cuales se pueden mencionar los que son “obligatorios” o los que se obtienen a través de experiencias acumuladas y que son de gran ayuda para el desarrollo de la instalación.

En la actualidad, las instalaciones eléctricas deben cumplir con la normatividad vigente para que su diseño y construcción se realice con la mayor seguridad y evitar que las personas que tengan contacto con los aparatos eléctricos no sufran una descarga o se comience un incendio.

### **1.4.1 Normas y reglamentos**

A continuación se mencionan y se describen a grandes rasgos el objetivo y alcance de las diferentes normatividades aplicables al tema.

#### **a. NOM-001-SEDE-2005. Instalaciones eléctricas (Utilización).**

Esta norma es la más importante en el cumplimiento de las especificaciones y lineamientos de las instalaciones eléctricas, ya que tiene por objetivo establecer todos los requerimientos que sean necesarios para la seguridad de las personas y sus pertenencias. Su alcance va desde una

casa habitación hasta una propiedad industrial, así como desde un circo hasta clínicas y hospitales.

El seguimiento adecuado de esta norma cuando se diseña una instalación eléctrica, da como resultado una instalación segura y eficiente.

- b. **NOM-007-ENER-2004.** Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.

En este reglamento se encuentra las especificaciones complementarias respecto a las instalaciones de alumbrado en las propiedades, referidas especialmente en la eficiencia energética que deben cumplir los sistemas de alumbrado de acuerdo a la Densidad de Potencia Eléctrica de Alumbrado (DPEA), con el fin de ahorrar energía y evitarle un gasto mayor a la compañía suministradora.

- c. **NOM-025-STPS-1999.** Condiciones de iluminación en centros de trabajo.

Lo mencionado en esta norma se refiere a los sistemas de iluminación en los centros de trabajo, de tal forma que no sea un factor de riesgo para la salud de los trabajadores al realizar sus actividades.

- d. **NRF-011-CFE-2004.** Sistemas de tierras para plantas y subestaciones eléctricas

La presente es una norma de referencia que proporciona los criterios y requerimientos para el correcto diseño de la malla de puesta a tierra de subestaciones de distribución, incluye procedimientos y algunas ecuaciones de cálculo, con el fin de establecer las bases para que la malla diseñada guarde las medidas de seguridad necesarias. Además tiene gran concordancia con normas internacionales.

- e. **NMX-J-549-ANCE-2005.** Sistemas de protección contra tormentas eléctricas, especificaciones, materiales y métodos de medición.

Este reglamento establece el diseño y especificaciones, así como materiales y métodos de medición que se requieren en la protección contra tormentas eléctricas, con el objetivo de reducir el riesgo de daño a las personas, seres vivos, edificios y su contenido; para esto se basa en el método de la esfera rodante.

Al parecer el alcance de esta norma, no es aplicable a puntas pararrayos que basan su desarrollo en diferentes métodos al mencionado anteriormente, sin embargo en concordancia con normas internacionales, la mayor parte de lo indicado por esta norma es aplicable a los sistemas de pararrayos utilizados en nuestro país.

- f. **Especificaciones y normas de CFE.** Estos documentos indican los procedimientos, materiales, dispositivos y requisitos que deben presentar las instalaciones en las diferentes tensiones eléctricas suministradas por este organismo. Lo anterior se establece con el fin de evitar en gran medida fallas en el suministro, obteniendo como resultado un sistema eléctrico confiable y seguro. Estas normas sirven de ayuda como referencia y complemento para el cálculo correcto, orientación y conocimiento de diversos dispositivos, entre otras finalidades.
- g. **PEC-2005.** Procedimiento para la evaluación de la conformidad. El PEC establece dentro de un marco legal, la metodología que mediante la verificación comprueba y lleva a cabo el cumplimiento de la NOM-001-SEDE-2005. Instalaciones Eléctricas (Utilización), con el objetivo de salvaguardar la seguridad de las personas y sus bienes.  
Este procedimiento puede ser usado, tanto por la unidad verificadora como la autoridad competente de forma fundada y motivada, debido a que nos indica el alcance que tienen los antes mencionados, así como las obligaciones del usuario. Indica de forma ordenada las disposiciones generales de este procedimiento, el desarrollo del mismo, los aspectos técnicos del proyecto a verificar y la documentación requerida.

#### **1.4.2 Normas internacionales**

La concordancia entre las normas mexicanas y normas internacionales, es de gran ayuda en el desarrollo del proyecto y ejecución de las instalaciones, debido a la profundidad o al esclarecimiento sobre algunos temas en particular. Entre las más destacadas podemos mencionar las siguientes:

a. **NEC-2005 ó 2008.** National electrical code.

Este reglamento nos da la opción de comprobar lo que la NOM nos indica, con la ventaja de que ilustra de forma gráfica los artículos mencionados con el fin de tener una visión más clara al respecto.

b. **NFPA-80-2004.** Standard for the installation of lightning protection systems.

Esta norma es utilizada como complemento para el desarrollo de sistema de pararrayos. Está muy ligada con la norma mexicana NMX-J-549-ANCE-2005.

c. **UNE-21-186.** Protección de estructuras, edificaciones y zonas abiertas mediante pararrayos con dispositivo de cebado.

La UNE es la norma española que rige a las instalaciones de sistemas de pararrayos con dispositivos de cebado (PDC), que es equivalente en nuestro aquí en México con las pararrayos conocidos como “Puntas Ionizantes”; dispositivos que no se encuentran en el alcance de la norma mexicana NMX-J-549-ANCE-2005, pero que son bastante utilizados en nuestro país. Cabe mencionar que existen en el mercado diversos pararrayos que se rigen por la norma francesa NFC-17-102, la cual lleva por título el mismo que la presente, la diferencia radica en los reglamentos de cada país.

d. **Estándares de la IEEE.** Instituto de ingenieros eléctricos electrónicos.

Estos documentos son consultados por los ingenieros eléctricos de nuestro país, ya que nos otorgan mucha información sobre diversos temas dentro de la ingeniería eléctrica. Los más utilizados son los que se conocen comúnmente como “Color Books”

### **1.4.3 Organizaciones que rigen a las instalaciones eléctricas**

De acuerdo a lo antes mencionado, se entiende que todo proyecto, ejecución y mantenimiento de una instalación eléctrica debe cumplir con cada uno de estos reglamentos, sin embargo es necesario que se verifique cabalmente dicho cumplimiento, por tal motivo es necesario que las instalaciones sean supervisadas

por organizaciones acreditadas debidamente por instancias oficiales correspondientes. En nuestro país existen diferentes tipos de organizaciones dedicadas a esta acción, algunas de manera directa y otras de forma indirecta.

**a. Unidad verificadora de instalaciones eléctricas (UVIE).** La unidad verificadora de instalaciones eléctricas es una organización que se encarga de manera directa de verificar que las instalaciones cumplan con la norma oficial mexicana vigente, esta acción la realiza por medio de inspecciones tanto en proyecto como en obra. Su objetivo principal es que el usuario tenga una instalación eléctrica segura para salvaguardar la integridad de las personas así como el de sus bienes físicos.

Esta entidad pone a la disposición del usuario a especialistas capacitados para afrontar cualquier proyecto eléctrico en las diferentes tensiones eléctricas que puedan ser aplicables. En base a ello, el cliente resulta ser beneficiado en los siguientes aspectos:

- Al obtener su dictamen de verificación, el usuario se encuentra amparado ante cualquier auditoria interna o externa sobre sus instalaciones eléctricas.
- Protege su inversión al prevenir un desempeño ineficiente de su operación, o como parte de un escenario más serio, la ocurrencia de siniestros provocados al operar instalaciones eléctricas defectuosas o mal calculadas, asegurando la continuidad en sus operaciones.
- La prevención en la ocurrencia de siniestros, es la mejor manera de salvaguardar la integridad física de sus recursos más valiosos.

**b. Instituciones de manera indirecta.** Las instituciones que se relacionan con el cumplimiento de la instalación pero de manera indirecta, son aquéllas que se encargan de realizar pruebas a los equipos y materiales utilizados en la instalación eléctrica. En tanto el usuario tiene la obligación de corroborar que los materiales y equipos eléctricos que forman parte de la instalación como receptáculos, apagadores, tubo (conduit), cable, interruptores, tableros, etc., deben estar certificados por un organismo de certificación, el

cual otorga el certificado y un sello en el producto, que indica que ha satisfecho las pruebas de laboratorio que se indican en la norma oficial mexicana y pueden ser utilizados en una instalación eléctrica. Si se utilizan productos no certificados se corre el riesgo de una contingencia.

A continuación se enumeran algunas de estas instituciones:

- SECOFI.  
La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, se encarga del estudio a detalle del área de medición y productos eléctricos y electrónicos. Para efecto de nuestro análisis, las normas: NOM-063-SCFI-2001, NOM-003-SCFI-2000 y NOM-064-SCFI-2000, son las que nos incumben, las cuales indican todo lo relacionado sobre conductores eléctricos e iluminación.
- Dirección general de normas (DGN).  
Acredita a los organismos de certificación y emite certificados de productos para las cuales no exista un organismo de certificación.
- Entidad mexicana de acreditación (EMA).  
La Entidad Mexicana de Acreditación, a.c. es la primera entidad de gestión privada en nuestro país, que tiene como objetivo acreditar a los organismos de la evaluación de la conformidad como son laboratorios de prueba, laboratorios de calibración, organismos de certificación y unidades de verificación u organismos de inspección.
- Asociación de normalización y certificación a.c. (ANCE).  
Esta institución se constituyó el 10 de diciembre de 1992 de forma privada y sin fines de lucro, concebida con el fin de brindar apoyo y servicios en materia de normalización, laboratorio de pruebas, certificación de sistemas de calidad, certificación de productos y verificación.
- Fideicomiso para el ahorro de energía (FIDE).  
El FIDE como muchas otras, logra un avance en mejora de nuestro país, impulsa el ahorro de la energía eléctrica en la industria, el comercio, los servicios, el campo y los municipios, así como en el

sector doméstico nacional, al tiempo que promueve el desarrollo de una cultura del uso racional de este fundamental energético.

- Asociación nacional de manufacturas eléctricas (NEMA).  
Los equipos importados deben cumplir con las normas nacionales, pero conviene conocer las normas del país de origen. Gracias a la creación de este instituto se crearon varios más, con el mismo fin, certificación de sistemas de gestión, capacitación y asistencia técnica, entre otros.
- Underwriters laboratorios (UL).  
La Underwriters Laboratorios, es una institución extranjera que ha marcado los ensayos de pruebas de equipo eléctrico en nuestro país. Finalmente debemos tener en cuenta que los dispositivos que se utilizan en las instalaciones eléctricas son sometidos a varias pruebas, las cuales algunas son hechas en el extranjero y otras en nuestro país, de ahí la importancia de este instituto.

## **1.5 Contingencias y Protecciones Eléctricas**

Cuando escuchamos la frase “falla de energía eléctrica” (que de ahora en adelante se interpretará como contingencia eléctrica), rápidamente la asociamos con alguna lámpara, aparatos electrodomésticos, bombas de agua, etc., por mencionar algunos de los servicios y actividades que no podríamos realizar sin la energía eléctrica. ¿Pero en realidad sabemos si la protección eléctrica de la instalación es adecuada para ofrecer condiciones de seguridad hacia las personas y sus equipos? Seguramente la respuesta no es favorable, entonces se vuelve indispensable conocer lo

### **1.5.1 Las contingencias eléctricas**

En México, el consumo de energía eléctrica es cada vez mayor ya que continuamente más y más aplicaciones de nuestra vida cotidiana requieren de

este servicio, sin embargo la mayoría de la gente le resulta difícil reflexionar acerca de la falta de este suministro. Esto ha dado partida a que los usuarios, debido a la costumbre, se olviden de los riesgos que trae consigo la energía y en las pocas veces que piensan en los accidentes a causa de la electricidad, hacen referencia sólo a ser impactados por un “rayo” o por alguna explosión de un equipo.

Para poder localizar la falla es necesario tener conocimientos acerca de cómo se comporta la energía en un circuito y entender los principios. También es necesario conocer los diferentes instrumentos o equipos de medición y además utilizar nuestra lógica.

- Tipos de peligros y de lesión.

Tomando en cuenta lo anterior, es necesario establecer que estas contingencias no son todas las que pueden suceder, ya que existen diferentes peligros de lesión producidos por la electricidad.

- Tipos de peligros:

- El fuego.
    - La descarga eléctrica (shock eléctrico).
    - El relámpago de arco.
    - Explosión de arco.
    - Luz intensa.
    - Daños a la piel.
    - Ruido concentrado.

- Tipos de lesión:

- Quemaduras.
    - Lesiones a los oídos y ojos.
    - Electrocuación por una descarga eléctrica.
    - Lesiones causadas por el contacto eléctrico.
    - Lesiones por impacto de piezas a causa de la explosión del equipo eléctrico.

Muchos instaladores e ingenieros electricistas confían en demasía en su experiencia cuando realizan trabajos con equipos energizados y a veces las consecuencias suelen ser graves.

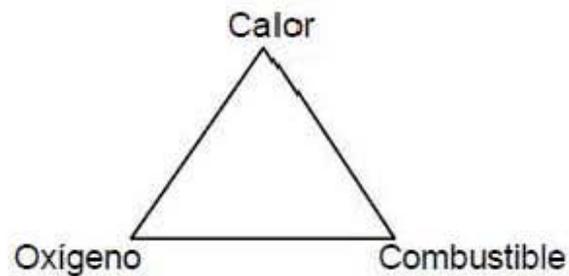
Una instalación incorrecta puede provocar accidentes, de aquí la necesidad de crear una cultura sobre la seguridad eléctrica, de tal manera que el diseño y construcción de una instalación debe efectuarse por personas calificadas para evitar riesgos eléctricos.

En muchas de las contingencias eléctricas, lo primero que se hace es cambiar el dispositivo dañado o el conductor quemado o a restablecer el interruptor que operó, sin embargo se debe realizar una detección adecuada y dar solución a las fallas suscitadas.

Vale la pena profundizar un poco más sobre un tema en particular, el fuego, ya que dentro de los siniestros provocados por contingencias eléctricas es el de mayor presencia. Cuántas veces hemos escuchado la noticia de que “se incendió el supermercado de la avenida central y hubo tantas pérdidas humanas, el origen del siniestro se presume fue por una falla eléctrica”. Sin embargo, no queremos entender que la instalación eléctrica está ligada a eventualidades que ponen en riesgo nuestra vida.

El origen del fuego tiene su justificación en la siguiente teoría: la energía eléctrica se transforma en calor intenso que provoca la combustión de algún material alrededor o incluso actuando directamente sobre la persona misma.

El fuego en realidad necesita de tres elementos base para poder existir, si no aparece alguno de ellos, el fuego no se presenta. En la figura 1.4 se muestra el triángulo del fuego, en donde se indica de manera gráfica la evolución del mismo.



**Figura 1.4 Triángulo del fuego.**

Como dato adicional al respecto en el año 2005, según el cuerpo de bomberos del Distrito Federal, se registraron un promedio de 59 cortos circuitos por mes en establecimientos comerciales, lo que originó conatos de incendio e incendios generales del lugar. También en el estado de Tamaulipas (por mencionar alguno) en las épocas decembrina, los registros alcanzaron un dato histórico, según Protección Civil de la región, llegando a un 80% de atención de incendios, provocados por una falla eléctrica resaltando un corto circuito. De acuerdo a estas estadísticas y datos proporcionados por organizaciones no gubernamentales, en nuestro país la electricidad es la tercera causa de incendios y según el INEGI en ese mismo año las pérdidas humanas fueron alrededor de 50,000 y las pérdidas económicas alcanzaron el 0.3% del PNB.

### **1.5.2 Contingencias eléctricas más comunes en centros comerciales**

En todos los establecimientos comerciales existen diferentes tipos de contingencias eléctricas, éstas pueden ser provocadas por diversos fenómenos, ya que la falla puede ocurrir desde el proyecto eléctrico y como no fue detectada en su momento, este error se arrastra hasta la ejecución de la obra, además como se mencionó anteriormente, existen fenómenos naturales imprescindibles que también causan fallas. Sin embargo, podemos asumir que la mayoría de las contingencias son provocadas por falta de mantenimiento o un mal uso de la instalación eléctrica. A continuación, se describen los fenómenos más comunes responsables del origen de las contingencias eléctricas.

- Voltajes peligrosos.

Estos voltajes se refieren a los que se originan en determinadas condiciones y que ponen en peligro vidas humanas y las instalaciones en general.

- Voltajes por falla de aislamiento.

En los equipos eléctricos por envejecimiento, su aislamiento llega a fallar, debido a daños por esfuerzos o vibraciones, originando la energización de las partes metálicas que normalmente no lo están y que se vean expuestas a potenciales peligrosos, de ahí la necesidad de poner a tierra estructuras y armazones metálicos.

- Sobrevoltajes de origen atmosférico.

Este tipo de voltajes es ocasionado por descargas atmosféricas, las cuales son originadas por la presencia de nubes que debido a la fricción del aire con pequeñas gotas de agua se cargan negativamente. Al mismo tiempo esto provoca que se acumule carga positiva en la superficie de la tierra y cuando el gradiente se vuelve suficientemente grande, surge la descarga. Regularmente las descargas empiezan en las nubes.

- Voltajes por fricción.

En la naturaleza hay materiales que se cargan por una fricción entre sí y al descargarse pueden lastimar a las personas, dando origen a incendios y/o daños a los equipos eléctricos. Existen otras cargas que pueden aparecer por la fricción entre el viento y cualquier cuerpo metálico en movimiento. Estas cargas generadas por fricción reciben el nombre de cargas electrostáticas y para poder descargar los materiales cargados de esta forma, se requiere de una conexión de puesta a tierra.

- Corto circuito.

Esta contingencia es la más común en cualquier instalación eléctrica, sus causas pueden ser: fallas de aislamiento, errores de operación, ondas de

voltaje peligrosos, deficiencias en el mantenimiento, vandalismo, agentes naturales como viento, roedores, pájaros, ramas de árboles, también puede ser por contaminación entre otros. De tal manera en el capítulo IV abundaremos en el tema, mientras tanto analizaremos los siguientes ejemplos de corto circuito.

Cuando dos conductores de fase se ponen en contacto directo o solo el conductor de fase con el conductor neutro del sistema, o en su defecto el conductor de fase con el conductor de puesta a tierra; lo que se origina es que súbitamente la corriente incrementa su valor nominal debido a que en ese preciso instante no existe resistencia eléctrica alguna que limite el paso de esta corriente. Sin embargo, como a todo mal hay una cura, existen dispositivos que están diseñados para este efecto, el ejemplo más claro es elemento bimetálico de un interruptor termomagnético (se define más adelante), el cual al suceder este evento presenta una flexión del mismo y provoca el disparo del interruptor. Una forma simple de entender el fenómeno de la flexión del bimetálico es cuando recurrimos al ejemplo del frasco de cajeta que se pone en baño maría para poder abrir la tapa metálica. El calor hace que la tapa se dilate y así el frasco se abre con mayor facilidad. Entonces se entiende que el dispositivo no requiere ninguna energía adicional para darnos protección.



**Figura 1.5** Corto circuito entre dos conductores.

- Sobrecargas eléctricas.

Se entiende por sobrecarga eléctrica al exceso de la corriente nominal del circuito, su origen se debe a una demanda mayor de la potencia nominal o alguna deficiencia en la instalación. Debido a esta demanda paulatina pero creciente de la corriente, la sobrecarga tiene siempre un efecto de incremento de temperatura, ya sea en el equipo eléctrico, en los conductores de la instalación y/o en las protecciones. El incremento en la temperatura puede causar fatiga en los elementos de la instalación y disminución de su vida útil, pero también puede ser tan grande el calor que puede generar incendios, si la falla de sobrecarga no se interrumpe.

- Sobrecarga por demanda mayor de potencia eléctrica.

Este caso es el más radical, ya que por lo regular sucede bajo el consentimiento de las personas de mantenimiento, esto sucede debido a que el sistema va creciendo por las necesidades del mismo; para el caso particular de los centros comerciales, es debido a las promociones de artículos de venta o eventos especiales que requieran alimentación eléctrica, puede haber exceso de unidades alimentadas a una salida o equipos de mayor potencia a la prevista, entre otros.

- Sobrecarga por deficiencias en el alimentador

Aquí el daño principal es el que sufre el conductor eléctrico del circuito alimentador (considerando las posibles consecuencias antes mencionadas), principalmente se debe a tres razones fundamentales:

- Voltaje de alimentación menor al nominal.

Algunos equipos eléctricos, por ejemplo un motor se conectan a un circuito alimentador con una tensión de operación menor a la del propio equipo, entonces si la potencia mecánica es constante, surgirá una disminución en el voltaje dando origen a un incremento en la corriente.

- Consideración de carga a futuro.

Esta situación aunque no parezca se presenta con frecuencia en las instalaciones, debido a que desde el desarrollo del proyecto eléctrico

no se considera de manera adecuada el incremento de carga a futuro, entonces al conectar esa carga, le demanda mayor corriente al alimentador, la cual no puede suministrar debido a su ampacidad, ocasionando que en la mayoría de las veces se quemé y provoque algún conato de incendio; pero si el circuito está “bien protegido”, la protección opera.

– Fricciones internas en motores.

Este tipo de sobrecarga no es muy común en las instalaciones eléctricas, pero si es necesario tomarla en cuenta porque nos hace referencia a un tema de suma importancia, el mantenimiento preventivo para los motores. En otras palabras, la fricción interna de un motor puede aumentar por diferentes razones, tales como una chumacera en mal estado, una pieza suelta, la acumulación de suciedad o cualquier objeto extraño que produzca un desbalanceo. Todo esto provoca un incremento en el par y se traduce como una sobrecarga.

• Altas temperaturas.

En ocasiones no le damos la importancia que se tiene a esta contingencia, ya que la mayoría de las veces nos imaginamos que el aislante del conductor se degrada solo por corto circuito o sobrecarga y dejamos abierta la posibilidad a otros factores que también lo afectan. El aumento de temperatura de los valores nominales, acorta definitivamente la vida útil del aislamiento eléctrico. Entre los factores más descuidados se encuentran:

- Incidencia directa a los rayos del sol.
- Falsos contactos.

Es importante hacer notar que ambos factores requieren de un cuidado especial; en el primer caso, se puede prevenir desde el proyecto, ya que este punto se encuentra normado, y es importante consideración de diseño, debido a la diversidad de aislantes de conductores. Para el segundo caso, este tipo de fallas son de las más frecuentes en la

instalación pero de las menos atendidas, esto es, toda unión de materiales conductores tiene una resistencia de contacto y es inversamente proporcional a la presión aplicada sobre los puntos de contactos para mantenerlos unidos. Si se aumenta la resistencia de contacto, se presenta el efecto Joule y por consiguiente, el calor puede provocar que los aislamientos de los conductores se degraden hasta carbonizarse originando una falla entre los conductores y posiblemente el inicio de un incendio.

- Eliminación de protecciones.

Es muy común encontrarse instalaciones con protecciones eléctricas improvisadas, primitivas y en donde no se tiene el mínimo rango de seguridad, aunque también existen instalaciones en las cuales la protección eléctrica es la más actual y segura, pero está mal utilizada. Dos ejemplos muy claros de lo anterior, es cuando se sustituye a la protección por un puente conductor, o cuando se coloca la protección eléctrica de una mayor o menor capacidad. Si eliminamos la protección eléctrica de una u otra manera, estamos eliminando cualquier rango de seguridad y poniendo en grave peligro la vida.

### **1.5.3 Las protecciones eléctricas**

Al circular sobre un conductor una intensidad de corriente eléctrica se produce una transformación de energía eléctrica a energía térmica lo que provoca un calentamiento, el cual si es excesivo se pueden causar daños irreparables. Para regular el paso de la intensidad de corriente se disponen de dispositivos que su función es evitar que corrientes eléctricas circulen por un lapso de tiempo considerable.

Aunque no es posible, construir una instalación eléctrica totalmente a prueba de fallas, vale la pena dedicar tiempo y esfuerzo al análisis de contingencias y diseñar cuidadosamente el sistema de protecciones. Se entiende que una instalación está

razonablemente protegida si cuenta con un sistema coordinado de elementos que desempeñe las siguientes funciones: evitar situaciones peligrosas para las personas, minimizar los daños provocados por condiciones anormales y aislar la zona en donde aparece la falla de tal forma que el resto de la instalación continúe operando en las mejores condiciones posibles.

Existen diversos elementos de protección en una instalación eléctrica, sin embargo los más comunes y usuales son los fusibles, interruptores termomagnéticos y los interruptores de falla a tierra, pero también tenemos como opción a los sistemas que por su propia naturaleza y construcción forman parte de las protecciones eléctricas, nos referimos a los sistemas de puesta a tierra, los sistemas de pararrayos, las distancias de trabajo, entre otros.

#### **1.5.4 Sistema de puesta a tierra**

El sistema de puesta a tierra, es de vital importancia en todo lo que se refiere a las descargas electrostáticas y cortos circuitos, ya que con la conexión a tierra de cualquier parte metálica (que un momento dado se puede convertir en portadora de corriente eléctrica), se reduce el voltaje entre el objeto y tierra y al mismo tiempo la corriente circulante hacia tierra, provoca que la protección del circuito opere.



**Figura 1.6 Registro de puesta a tierra.**

### 1.5.5 Sistema de pararrayos

Las puntas pararrayos se utilizan como protección contra las descargas atmosféricas, su función es la disipar a tierra la corriente de la descarga. Su funcionamiento depende del tipo de punta pararrayos, puede ser "punta faraday", punta dipolo corona o punta con dispositivo de cebado. El diseño de este sistema está en función del nivel de protección que se requiera, así como la frecuencia de descargas atmosféricas registradas en el lugar de instalación. El sistema consta de un electrodo utilizado como receptor, un conductor trenzado como bajante de la corriente y un conductor de cobre electrolítico interconectado a un sistema de puesta a tierra.

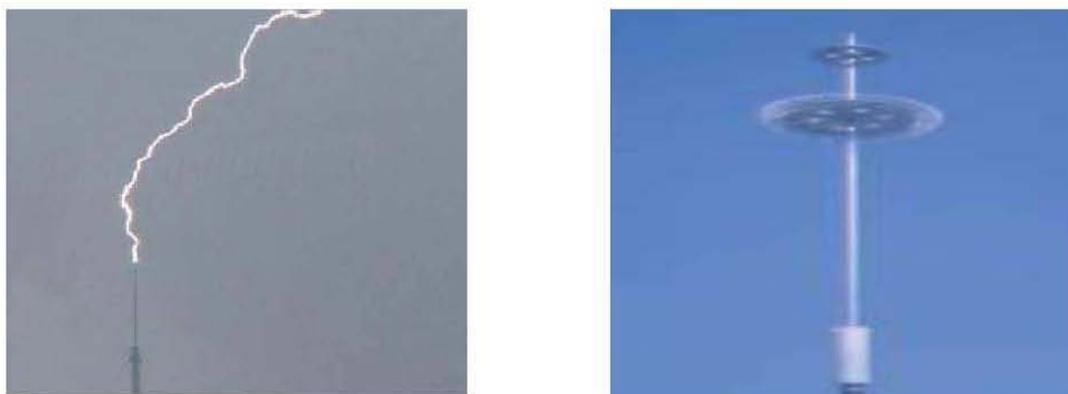


Figura 1.7 Punta Pararrayos

### 1.5.6 Distancias de trabajo

Este apartado se refiere a las distancias mínimas de seguridad de cualquier equipo eléctrico que esté expuesto a potenciales dañinos para las personas, así como para otros equipos o partes metálicas. La NOM-001-SEDE-2005, en el artículo 110-16 (a) muestra las distancias de trabajo que deben cumplir los equipos eléctricos de 600 V nominales o menos para diferentes condiciones, como se indica en la tabla 1.2

**Tabla 1.2 (Tabla 110-16(a) de la NOM), Distancias de trabajo**

| Tensión eléctrica nominal a tierra (V) | Distancia libre mínima (m) |             |             |
|--|----------------------------|-------------|-------------|
|  | Condición 1                | Condición 2 | Condición 3 |
| 0-150                                  | 0.90                       | 0.90        | 0.90        |
| 151-600                                | 0.90                       | 1.10        | 1.20        |

Las condiciones son las siguientes:

1. Partes vivas expuestas en un lado y no vivas ni conectadas a tierra en el otro lado del espacio de trabajo, o partes vivas expuestas a ambos lados protegidas eficazmente por madera u otros materiales aislantes adecuados. No se consideran partes vivas los cables o barras aislados que funcionen a 300 V o menos.
2. Partes vivas expuestas a un lado y conectadas a tierra al otro lado.
3. Partes vivas expuestas en ambos lados del espacio de trabajo (no protegidas como está previsto en la Condición 1), con el operador entre ambas.

Cabe mencionar que la norma restringe aún más este artículo, ya que textualmente indica “además de las dimensiones expresadas en la anterior tabla 110-16 (a), el espacio de trabajo no debe ser menor que 80 cm de ancho delante del equipo eléctrico. El espacio de trabajo debe estar libre y extenderse desde el piso o plataforma hasta la exigida por esta sección. En todos los casos el espacio de trabajo debe permitir abrir por lo menos 90° grados las puertas o paneles abisagrados del equipo”. Tomando en cuenta lo que indica la tabla 1.2 y el texto anterior, en la figura 1.8 se muestra un ejemplo.



**Figura 1.8 Distancias de trabajo de equipos eléctricos**

Por otro lado, es necesario señalar la importancia de la separación entre conductores de fuerza y los conductores destinados para los circuitos a tensión regulada control, debido a que en muchas ocasiones por mal diseño u otro motivo, estos dos sistemas se llegan a canalizar en el mismo conducto provocando efectos dañinos a estos sistemas, ya sea por inducción magnética o inclusive fallas en los conductores de alimentación. Un ejemplo de canalizaciones separadas es el que se muestra en la figura 1.9



**Figura 1.9 Distancias de trabajo (separación) de sistemas de fuerza y de control.**

### **1.5.7 Dispositivos de protección**

Un dispositivo de protección, es el que opera cuando sucede una contingencia eléctrica. La forma de operar se manifiesta a través de un censado de la falla y así poder realizar la interrupción.

- **Características.** Una vez definido este dispositivo, se requiere conocer sus características principales y poder seleccionar el correcto para cada aplicación. Además de las que a continuación se enuncian, cabe mencionar que este elemento, debe tener la suficiente robustez para soportar los cambios de temperatura y los esfuerzos por vibraciones.

- **Rapidez.** Este término se asocia definitivamente al tiempo que tarda una protección en operar, lo ideal sería que las protecciones operaran de forma inmediata al ocurrir la contingencia, sin embargo esto no es posible, debido a la naturaleza de la electricidad ya que requiere de un cierto tiempo para accionar los mecanismos quienes realizan la orden de interrupción. No obstante se ha logrado diferenciar a las protecciones en dos grandes grupos: los de operación instantánea y los de operación de tiempo definido, el primer grupo se caracteriza por no tener retraso de tiempo voluntario y el segundo integra cierta variable en el tiempo.
- **Confiabilidad.** La peculiaridad principal de esta característica es la de dar seguridad al usuario, evitando incertidumbres y preservando la garantía de que la protección operará siempre al momento de una contingencia para la cual fue diseñada. Esta característica es la de mayor importancia.
- **Selectividad.** Gran parte de las contingencias eléctricas, se debe a la mala selección de los dispositivos de protección, ya sea de forma individual o en conjunto. En ocasiones no se calcula bien o se trata de sustituir con otro pero de forma inadecuada, esto ocasiona que el dispositivo no opera cuando se presente una falla. Es cierto que al momento de contingencia, la mayoría de las protecciones reciben o censan una señal (puede ser pequeña o no), pero no todas operan, algunas si lo hacen pero de manera incorrecta, lo cual se erradica con un buen diseño y una calibración adecuada para que trabajen selectivamente, obteniendo así una “coordinación de protecciones”.
- **Tipos.** existen diversos tipos de dispositivos de protección que pueden llegar a ser tan confusos como caros, sin embargo, si se conoce como funcionan y sus características principales se obtendrán resultados más satisfactorios. A continuación se muestran los tipos más utilizados en una instalación eléctrica de un centro comercial, tomando en consideración que la diversidad varía según lo que el sistema eléctrico requiera.

- **Interruptor de seguridad.** Para nuestro tema de estudio, este tipo de protección es el más utilizado como medio de conexión y desconexión de equipos de aire acondicionado y/o motores pequeños, se puede emplear tanto en interiores como en exteriores, además sirve también como protección en caso de corto circuito. En ocasiones llega a ser usado como protección principal cuando la carga es relativamente pequeña, ya que estos dispositivos son fabricados en diferentes capacidades.

Un error muy común que se comete con este elemento en las instalaciones en estudio, es cuando se utiliza como “desconectador” por su enorme parecido con este dispositivo, sin embargo son completamente distintos y se usan para diferente fin. Mientras el desconectador sólo es utilizado como medio de desconexión y conexión (para mayor seguridad) al momento de trabajar con equipos que así lo requieran, el interruptor de seguridad cuenta con fusibles, los cuales realizaran la función de protección y las cuchillas se encargan de la continuidad e interrupción del servicio; además que el desconectador tiene la peculiaridad de sólo contar con barras, las cuales se deben calcular de acuerdo a norma con el fin de soportar la corriente de arranque de los motores con los que va trabajar

- **Fusibles.** El fusible estrictamente es el elemento más utilizado en cualquier instalación eléctrica, para fines prácticos se trata de un elemento conductor que tiene cierta calibración para operar y fundirse en el momento que circule por él una corriente que sobrepase del límite al cual fue calculado. Este dispositivo puede encontrarse rodeado en arena de cuarzo, aire o cualquier otro material destinado para extinguir los gases provocados por el arco eléctrico. Estos dispositivos se fabrican en diferentes capacidades dependiendo de la tensión eléctrica de operación. En instalaciones de centros comerciales es muy frecuente encontrarlos ya sea en baja

o media tensión, los de media se conocen como “cortacircuitos fusible” que son utilizados en exteriores y principalmente en la acometida eléctrica. Así mismo fusibles que forman parte de interruptores de potencia en la subestación eléctrica. Los fusibles de baja tensión se utilizan principalmente en los interruptores de seguridad antes mencionados y son de diferentes capacidades interruptivas, las cuales varían respecto a los cambios de forma o al aumento de arena. Los más usuales son los que conocemos en forma de zig-zag (para aumentar su longitud) o también conocidos como los de “listón” y los que se encuentran rellenos de arena.

Dentro de las características de los fusibles, podemos mencionar que son de operación única e individual, tienen un tiempo de operación bastante corto, de ahí que resulta difícil coordinarlos con otras protecciones; son baratos y bastantes seguros, siempre y cuando se utilicen de manera adecuada.

- **Interruptor termomagnético.** Dentro de las protecciones en baja tensión este dispositivo es el más común, debido a su estructura compacta, sencilla de instalar y las ventajas que ofrece respecto a las protecciones anteriores. Las funciones que realiza son variadas, puede ser usado como medio de conexión y desconexión, así como protección contra corto circuito y contra sobrecarga. Existen variantes de este elemento, las cuales se utilizarán dependiendo de las necesidades del sistema, en el capítulo II se ilustrará el uso de algunos de ellos.

Los interruptores termomagnéticos (ITM) están constituidos de forma exterior por una caja moldeada y una palanca que realiza su funcionamiento, internamente contiene dos contactos, uno móvil y otro fijo, así como una cámara de extinción del arco. El sistema de disparo trabaja por medio de energía almacenada, esto es, al momento de accionar la palanca para “cerrar” los contactos se oprime también un resorte, el cual se encarga del almacenamiento

de energía y entonces cuando este dispositivo opera libera esta energía, mientras que la fuerza del resorte separa los contactos y por lo tanto el circuito queda abierto. Analicemos a continuación las dos situaciones en donde el dispositivo opera de manera adecuada.

Cuando la falla es por sobrecarga debemos recordar que este dispositivo actúa de acuerdo a su curva tiempo–corriente, así como al valor mismo de la corriente. Cuando esto sucede una barra bimetálica (recibe ese nombre porque es un par de placas metálicas empalmadas de distinto material por las que circula la corriente eléctrica) que se encuentra en su interior provoca el disparo que abre los contactos, como se aprecia en la figura 1.10



**Figura 1.10 Interior de un ITM.**

De esta manera, una sobrecarga es el tiempo de respuesta de mayor duración, debido a la elevación de la temperatura, de aquí lo indispensable de conocer las curvas de respuesta de los interruptores termomagnéticos. Lo anterior es la diferencia más radical respecto a los fusibles, porque en un sobrecalentamiento originado por una sobrecarga es difícil que el fusible actúe, debido a que éste sólo protege contra un cortocircuito y para detectar la falla sólo nos daremos cuenta si los cables y el fusible están demasiados

calientes y para lograrlo es necesario contar con un analizador de temperatura.

Si la falla es por corto circuito, en donde sabemos que la corriente es excesiva y el calor producido es bastante intenso, origina que una placa del bimetetal se flexione más que la otra, así mismo se crean fuerzas electromagnéticas de atracción capaces de producir el movimiento que da paso a la apertura de los contactos en un tiempo muy corto. En el centro del interruptor se encuentra un conductor por el cual circula corriente eléctrica, alrededor del conductor existe un yugo de hierro que se utiliza para formar un campo magnético. Cuando la corriente fluye en el conductor se produce un campo magnético que conduce por el yugo, si el campo es débil como el causado por la corriente nominal, el resorte mantiene la placa superior de hierro en la parte de arriba y el entrehierro se mantiene abierto. Pero si la corriente es muy intensa, como la producida por una falla de corto circuito, entonces el campo magnético también se vuelve intenso, originando que la placa superior de hierro se junte con el yugo magnético inferior y se venza la fuerza del resorte. Este movimiento es el que se utiliza para activar el sistema de disparo del interruptor y entonces producir la apertura de los contactos, con lo que el corto circuito se interrumpe. Esto se ilustra en la figura 1.11

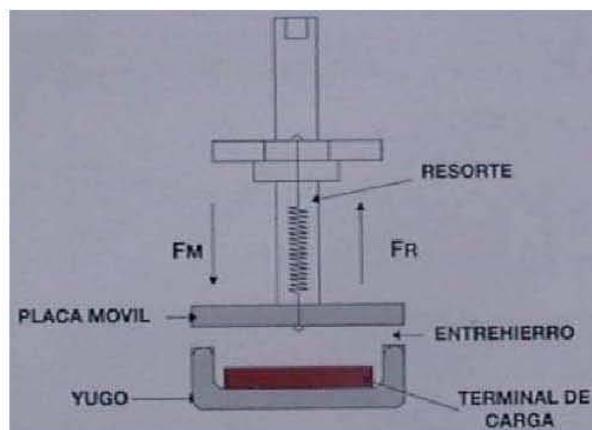


Figura 1.11 Interrupción del corto circuito.

Es importante que recordemos que las contingencias están presentes en cualquier instalación eléctrica, ya sea residencial, comercial o industrial, lo importante a destacar es que una vez que se tenga conocimiento sobre el tema (aunque sea de manera superficial), nos da un panorama diferente. Hasta ahora sabemos cómo funciona una instalación eléctrica, que normatividades son aplicables y las personas indicadas para realizar esta acción; de la misma manera conocimos que no todas las contingencias son iguales, que existen diversidad y tipos de protecciones recordando que estas últimas son un aspecto fundamental y crítico de la instalación, por lo que es indispensable contar con los dispositivos de protección adecuados y de calidad garantizada.

## Capítulo 2

### Determinación de las necesidades eléctricas del edificio

En México, existen alrededor de cuatrocientos centros comerciales, de los cuales en la capital del país están más de ochenta. La presión inmobiliaria y la necesidad de servicios hacen que la inversión en estos gigantes comerciales sea un negocio que, a pesar de la crisis iniciada en 2009, continúe en ascenso.

En América Latina, países como Brasil, México, Panamá, Perú, Colombia y Chile se encuentran a la vanguardia en este tipo de construcciones, las cuales suelen estar ancladas a tiendas de autoservicio, siendo los supermercados los favoritos de los desarrolladores, aunque también existe una fuerte tendencia hacia el power center, donde el entretenimiento, los cines y gimnasios son los protagonistas.

Para los contratistas eléctricos el nicho no deja de ser atractivo. Durante 2011, de acuerdo con cifras del Gobierno Federal, se abrieron más de 30 centros comerciales con alrededor de 1 millón de metros cuadrados.

El sector de las instalaciones eléctricas, a pesar de la desaceleración económica mundial, ha ido en aumento y el panorama para este año es también alentador.

#### 2.1 La importancia del anteproyecto eléctrico

A partir de las necesidades del cliente para diseñar un proyecto viable es una condición necesaria para garantizar un correcto funcionamiento de las instalaciones. En ese sentido, el ingeniero Gustavo Pérez indica que el estudio previo del proyecto es fundamental; sin embargo, resalta que lo más importante es la factibilidad de energía eléctrica en la zona en la que se construirá el centro comercial.

La falta de energía no es dato menor: este tipo de edificaciones utiliza grandes cantidades, siendo el sector de iluminación el que más consume. Es por ello que países como Japón o Venezuela, debido a sus respectivas crisis energéticas, han tomado diversas medidas para restringir el uso de la electricidad. En Caracas, a partir del 2010, se comenzó a limitar el horario de atención de 11:00 a 21:00 horas para ahorrar energía, dentro de los centros comerciales la demanda energética es notable: “De allí parte todo su funcionamiento, y un buen plan debe dar constancia de ello. Se debe estimar el consumo que requieren las áreas comunes, los locales, el cálculo y diseño de los tableros, el alumbrado exterior e interior, las instalaciones de emergencia, control, equipos, accesorios, luminarias. Si se tienen en cuenta estos factores, se confecciona el proyecto de conformidad con la normatividad aplicable”, explica.

Otro elemento a considerar es el uso de la tecnología: la aplicación de software innovador, mano de obra capacitada y apego a la normativa vigente.

Para las instalaciones eléctricas se debe prever con anticipación el uso de equipos especiales, como grúas y telehandlers<sup>1</sup>, ya que, por su capacidad y tamaño, deben ser de movimientos cuidadosos. Además, se tiene que contar con herramientas acordes a los trabajos por realizar para que se efectúen de forma profesional y con las medidas de seguridad adecuadas.

La seguridad es uno de los puntos más relevantes. Además de respetar las distintas normas vigentes, como la NOM-001-2005, para instalaciones eléctricas, o la NOM-004-STPS-1992, para sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utiliza en el trabajo, se deben emplear materiales

---

<sup>1</sup> El telehandler usado, manipulador telescópico, o montacargas telescópico, es una máquina diseñada para elevar cargas a gran altura, en cualquier tipo de terreno. Pueden cargar entre 3000LBS hasta 35000LBS y alcanzar hasta 70 pies de altura en algunos modelos. Es un equipo muy versátil, con una variedad de opciones y accesorios. Ya que este equipo puede ser configurado de tantas maneras, es muy importante comunicarse con un representante para estar seguro que estás solicitando la máquina ideal. <http://www.ventasmontacargasusados.com/telehandlers.htm> pág. recuperada, Marzo 31 de 2014

que cuenten con la protocolización del Laboratorio de Pruebas de Equipos y Materiales (Lapem), de la Comisión Federal de Electricidad.

“Materiales como transformadores, cables, registros y pozos de visita; accesorios de conexión, entre otros, deben presentar la certificación correspondiente. Los lineamientos de seguridad e higiene nunca deben pasarse por alto

## **2.2 Edificios altos y centros comerciales, no tan distintos**

Por lo general, los principios de las instalaciones tanto para centros comerciales como para edificios altos son genéricos. No obstante, de acuerdo con el tipo de proyecto, funcionalidad y operatividad, se deberán diferenciar las normas, materiales y especificaciones de cada uno de ellos.

En un centro comercial, se apunta a la comodidad de los consumidores; por ello, se toman en cuenta factores como la ambientación, la luz artificial y natural; la temperatura, la decoración, publicidad. Cada uno de ellos influye directamente en el desarrollo de la obra. Además, es fundamental garantizar que no habrá interrupción en el suministro de energía, por lo que las instalaciones de las plantas de emergencia requieren de una ubicación especial e incluso aislada para minimizar la contaminación auditiva asociada con estos equipos.

Uno de los objetivos de los contratistas es conseguir que el proceso de instalación sea adecuado y eficiente. En ese sentido, coinciden en que es importante involucrarse desde las fases preliminares, lo cual permite una mejor coordinación entre las diferentes áreas que participan en la obra.

Lograr un consenso previo, respetando a las otras especialidades, te ahorra muchos problemas. El trabajo en equipo, así como tener siempre en mente las

necesidades y objetivos de tu cliente te ayuda a conseguir procesos apropiados y eficaces.

Se resalta la competitividad como un factor sustancial, ya que garantiza la calidad de los trabajos. “Un punto a tener en cuenta es la evaluación; darle seguimiento a los resultados a través de indicadores. Tampoco hay que perder de vista al cliente. Hay que satisfacer sus necesidades. Se debe respetar el precio y los plazos de ejecución”, subraya.

### **2.3 La modernización del sector**

En los tiempos que corren, la preocupación por el ahorro de energía, la preferencia por una arquitectura vanguardista y las novedosas tecnologías obligan a que el sector se renueve y se adapte a las necesidades de los desarrolladores.

En un centro comercial, la iluminación y los equipos de HVAC representan hasta 60% del consumo energético; mientras que las bombas, motores y sistemas de refrigeración, el 40% restante.

Muchos centros comerciales buscan ahorro de energía, a fin de disminuir los costos en el consumo eléctrico. Además, se han orientado hacia un tipo de arquitectura sostenible, donde predomina la iluminación natural, la comodidad y la utilización de algunas fuentes de energía alternativa.

En ese sentido, el aprovechamiento máximo de la luz natural, junto con la aplicación de tecnologías eficientes de alumbrado y sistemas de control de iluminación, permiten reducir el consumo de energía de este sistema entre 15 y 50 por ciento.

Hay mejores productos y materiales más confiables. Por ejemplo, ahora, las lámparas LED ofrecen una mejor calidad de luz, mayor duración, son amables con el medioambiente y presentan un consumo considerablemente menor.

### **2.3.1 Dificultades, nuevos desafíos y mayor eficiencia energética**

Entre los problemas que afronta el sector, destaca la poca profesionalización de la mano de obra y la poca coordinación en los trabajos. “Continuamente nos enfrentamos con nuevos retos. Cuando tienes plazos de entrega muy cortos, por ejemplo, hay que tener la capacidad de coordinar eficientemente a tu personal para evitar contratiempos; o cuando en un proyecto no se han previsto los espacios necesarios para la instalación, tienes que negociar con arquitectos para adaptarlos sin comprometer el diseño”, comenta Martínez.

Se identifican dos grandes problemas: la volatilidad de los proyectos y la burocracia de la Comisión Federal de Electricidad.

1. Muchas obras, por lo general, se definen bajo un concepto base de particiones teóricas y no bajo un criterio de los usuarios reales que utilizarán dichos espacios.
2. Otra problemática es la “tramitología” de los servicios de cabecera o infraestructura, debido a los extensos y complejos procesos burocráticos de las gestiones con la compañía suministradora.

### **2.3.2 Próximos retos y cogeneración**

Todos los profesionales coinciden en lograr proyectos más sostenibles. No en vano, en los últimos años, muchas empresas han incorporado la responsabilidad social a sus marcas, ofreciendo productos y materiales amigables con el medio. “Tenemos que actualizarnos permanentemente para ofrecer instalaciones que

impliquen mayor eficiencia energética y el uso de energías alternativas. Esto, generalmente, lejos de representar un costo, se traduce en ahorros de consumo.

Al respecto, en México, siguiendo el modelo de algunos países europeos, la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) intenta implementar un sistema de cogeneración que tiene la particularidad de que en el mismo proceso genera, simultáneamente, energía eléctrica y térmica, y agua caliente y vapor. También se puede producir, por medio de un sistema de trigeneración<sup>2</sup>, agua y aire frío o hielo.

La ventaja de esto es su mayor eficiencia: permite ahorrar energía mediante la producción combinada de calor y electricidad. En un único proceso se aprovecha la energía eléctrica o mecánica, además del calor, en vez de tener que utilizar una caldera convencional más una central eléctrica.

La cogeneración se utiliza en industrias (grandes, medianas o pequeñas), hoteles, edificios, centros comerciales, urbanizaciones, hospitales, campus universitarios, centros deportivos, complejos residenciales, lavanderías industriales, gimnasios, entre otros.

Según datos de la Agencia Internacional de la Energía (AIE), la cogeneración produce 11 por ciento de la demanda eléctrica europea y se espera que, para 2020, este valor alcance 20 por ciento. Países como Dinamarca o Finlandia

---

<sup>2</sup> La trigeneración es, la generación simultánea de electricidad, agua caliente y agua fría (aire acondicionado), resultando más barata la unidad de energía producida. Una planta de generación convencional logra como máximo una eficiencia del 30% en una de cogeneración (electricidad y agua caliente) de un 85% y cuando hablamos de tri-generación supera la eficiencia del 120 %, esto se traduce en un ahorro de dinero significativo en la relación del costo del combustible usado y la cantidad de unidades de energía producidas.

Estas plantas de trigeneración, son ideales para ser utilizadas donde se requiere de los tres tipos de energía (eléctrica, agua caliente y aire acondicionado) como son hoteles, hospitales, rastros, productores de flores, pollos etc.

cogeneran entre 35 y 55 por ciento; mientras que Estados Unidos, Rusia, China, Alemania e India tienen la mayor capacidad instalada de cogeneración en MW.

La cogeneración tiene numerosos beneficios. Destaca la alta eficacia, la cual se traduce en menor consumo de combustible y mínimas emisiones de CO<sub>2</sub>. Otra de sus ventajas es la disminución de pérdidas en la red eléctrica debido a que las instalaciones suelen estar más cerca del punto de consumo, facilitando de esa forma una generación más distribuida.

Para México, según la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, este sistema representa un gran reto y una valiosa oportunidad para reducir el consumo energético y la generación de gases de efecto invernadero”.

Otro de los desafíos es la ejecución de obras de calidad. “El sector debe profesionalizarse. Los técnicos e ingenieros deben estar capacitados y certificados. Hasta que no se supere esa dificultad, no podremos trascender en obras de gran magnitud, sobre todo a nivel internacional”.

Debemos estar a la vanguardia en innovación y mejora continua, buscando siempre la implementación de nuevas tecnologías que garanticen un valor agregado, tanto a los locatarios como a sus clientes, y que al mismo tiempo ayuden a promover el desarrollo y el crecimiento de este sector”.

#### **2.4 Necesidades técnicas del edificio**

El objetivo de este subtema es definir mediante cálculos las necesidades eléctricas de operación de acuerdo al giro y/o características de los distintos espacios que comprenden el proyecto “Gigante Interlomas” diseñando un sistema eléctrico fiable y de calidad mediante los puntos siguientes:

- Garantizando la seguridad del servicio y su continuidad;
- Evitando daños nocivos a los usuarios de las instalaciones y

- Salvaguardando la funcionalidad óptima de los elementos que forman el sistema eléctrico. Seleccionando adecuadamente: conductores, protecciones, bancos de transformación, obra eléctrica, etc.
- Las “Características de los Sistemas” se determinarán en base a los criterios de Carga Demandada (C.D.) de cada “Espacio”, cumpliendo con los reglamentos y normas correspondientes.

La propuesta de la red de distribución de media tensión se presenta como recomendación debiéndose de respetar en la medida de lo posible las trayectorias sugeridas.

Esta subcapítulo se complementa con la red de distribución de media tensión del proyecto, la cual es realizada por el ente correspondiente siendo esta la autorizada para la ejecución de los trabajos.

El presente Proyecto y Memoria, se basa en las siguientes Normas y/o Publicaciones:

- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones Eléctricas (Utilización).
- Asociación Nacional de Normalización y Certificación del Sector eléctrico, ANCE.
- Norma Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2004, eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.
- Norma Oficial Mexicana NOM-013-ENER 2004, eficiencia energética para sistemas de alumbrado para vialidades y exteriores de edificios.
- Normas de Distribución-Construcción de sistemas subterráneos, de la Comisión Federal de Electricidad. Edición 2009.

Las instalaciones eléctricas deberán sujetarse estrictamente a los planos de proyecto, a las especificaciones de materiales y equipos, a los alcances indicados en este, así como ejecutarse de acuerdo a la norma NOM-001-SEDE-2005 al

reglamento de construcción del Estado y a las Normas y lineamientos de la Dirección de Obras.

A continuación se mencionan las características y la normatividad general que se requiere para la elaboración del proyecto ya si dar pauta para que en el capítulo tres se haga el diseño del proyecto sugerido.

## **2.5 Características y normatividad general**

1. El proyecto y la instalación, se realizara en base a la norma oficial mexicana NOM-001-SEDE-2005 (vigente). A partir de este párrafo, cuando se haga mención de la "NOM", se hace referencia directa a la NOM-001-SEDE-2005.
2. Todo el material y el equipo empleado deben cumplir con las normas oficiales mexicanas (NOM), y a falta de estas, con las normas mexicanas (NMX). deben contar con un certificado expedido por un organismo de certificación de productos acreditados y aprobados (ANCE). ARTÍCULO 110-2 (NOM).
3. Es especialmente importante resaltar que todos los conductores deben estar invariablemente identificados siguiendo el código de colores marcado en los artículos 200-6, 200-7 y 210-5 de la NOM
  - conductores activos a 220/127v: fase a-negro, fase b-rojo, fase c-azul, neutro-blanco
  - conductores activos a 480/277v: fase a-café, fase b-naranja, fase c-amarillo, neutro-gris
  - claro tierra-desnudo
  - tierra aislada-verde

En calibres en los cuales no se fabrique el color requerido se debe marcar con cinta del color indicado para cada fase en los extremos y en las cajas de conexiones (calibres mayores al 6 awg).

4. El diagrama unifilar representar los equipos y dispositivos principales del sistema eléctrico en sus diferentes tensiones eléctricas.
5. Todos los alimentadores están calculados al 100% de la carga.
6. El banco de capacitores se indica la capacidad como estimada, se deberá recalculer una vez que se tengan datos reales del comportamiento del sistema.
7. Todas las salidas de interruptores y arrancadores para equipos de HVAC, fuerza y bombeo, se deberán dejar con tubería tipo liquidtight de 1.5m de largo y con los accesorios adecuados (cable de acuerdo al diagrama unifilar).
8. Todas las tuberías deberán estar señalizadas conforme a lo indicado en el manual corporativo de señalización de seguridad e higiene y protección civil de Gigante.
9. la señalización se deberá de hacer con etiquetas perimetrales vinílicas auto adheribles y deberán contener, leyenda y/o simbolo de identificación exacta del contenido (voltaje, alta tensión y otras características importantes) que deberán colocarse en las zonas de mayor visibilidad, en bajadas, salientes e intersecciones de 5 a 10 m de entre cada etiqueta.
10. Se deberá de emplear el siguiente código de colores (código GGI):
  - Color de seguridad
  - Voltaje:*
    - Fondo: amarillo, contraste: negro, leyenda: de acuerdo al voltaje.
  - Electricidad:*
    - Fondo: Gris, Contraste negro: negro, forma: triangulo equilátero con simbolo de "alta tensión" en ambos extremos del texto.
11. El contratista eléctrico es responsable de la correcta conexión del transformador con el tablero de baja tensión general.
12. El contratista de cada sistema (especialidad) es responsable de la correcta conexión eléctrica de sus equipos (tableros, bombas, motores, racks, etc.)
13. Cada charola llevara consigo un hilo desnudo como conductor de puesta a tierra (C.P.T.) común para todos los alimentadores de la misma; siendo el

tamaño del c.p.t. igual a la tierra del alimentador de mayor tamaño, el cual llegara a la barra de tierra del cuarto eléctrico.

14. El proveedor de las plantas de emergencia deberá dejar los equipos preparados para su correcta operación, y dejando los tanques de diesel llenos.

## 2.6 Notas en el diagrama unifilar

1. Todas las partes metálicas que integran la instalación y que normalmente no conducen corriente eléctrica tales como: gabinetes de tableros, interruptores o arrancadores, tableros de fuerza y/o control, gabinetes y balastos de luminarias, canalizaciones, cajas registro, chalupas, ductos, etc., deben de conectarse efectivamente al conductor de puesta a tierra (CPT) del sistema (artículo 250-33, 42, 43, 44 y 45 de la NOM). Cada canalización debe de incluir un C.P.T. seleccionado conforme a la tabla 250-95 de la NOM.
2. Espacio de trabajo alrededor de equipo eléctrico (de 600 V nominales o menos) debe existir y mantenerse un espacio de acceso y de trabajo suficiente que permita el funcionamiento y el mantenimiento rápido y seguro de dicho equipo. Los tableros de distribución deben tener una separación entre ellos de 80 cm, tomando como referencia el centro de cada uno de ellos y la altura de instalación debe ser de 1.90 m n.p.t. a la parte superior del mismo (excepto los indicados).
3. Debe existir iluminación apropiada aún cuando se interrumpa el servicio de alumbrado normal en todos los espacios de trabajo alrededor de tableros de distribución, de alumbrado, etc. Artículo 110-16 de la NOM.
4. En los pasos de losas y muros deben aplicarse compuestos o barreras contra incendio. Artículo 300-21 de la NOM.
5. Todos los interruptores, medios de desconexión y tableros, deberán identificarse según la designación del proyecto. Los tableros incluirán su directorio de circuitos derivados. Artículo 110-22 y 384-13 de la NOM.

6. La posición exacta, forma de montaje y altura de cada dispositivo deben verificarse en campo de modo que las interferencias entre los sistemas sean minimizados.
7. Debido a las diferentes características del cobre y del aluminio, deben usarse conectadores o uniones a presión y terminales soldables (bimetálicos) apropiados para el material del conductor e instalarse adecuadamente. Los empalmes o derivaciones solo se deberán hacer en cajas registro. Artículo 110-14 de la NOM.
8. Las zapatas de los interruptores del tablero principal, así como los tableros o interruptores a los que remataran los cables tipo MC con armadura con cable de aluminio deberán ser bimetálicas y no deberán excederse al torque de apriete para el aluminio, para evitar deformación del material.
9. El tablero de cada local comercial u oficina será por cuenta del arrendatario, y la instalación deberá cumplir con la NOM. Por ello se deja una salida eléctrica para conexión a dicho tablero, por lo cual el contratista deberá dejar un tramo de 1.5 m después de la caja registro en cada local u oficina.
10. El contratista debe considerar la instalación completa de los equipos desde su alimentador indicado hasta el punto de la salida.
11. Se instalará cable de cobre suave trenzado concéntrico normal clase "B" (calibre indicado en proyecto) con aislamiento termoplástico tipo THHW-LS, 75°C (antiflama de baja emisión de humos), 600 Vca. Artículo 518-4(a) de la NOM. A excepción del hilo de puesta a tierra que como se indica debe ser sin aislamiento.
12. Se instalará cable de Aluminio con armadura metálica tipo MC, aislamiento XHHW-2-LS, 75°C, antiflama y baja emisión de humos (calibre indicado en proyecto), 600 Vca. El tamaño nominal mínimo de los conductores debe ser de 13,3 mm<sup>2</sup> (6 AWG). Se permite instalarse: expuestos u ocultos; en soportes tipo charola para cables; en cualquier canalización; en tramos abiertos; en lugares secos e instalados directamente bajo yeso, ladrillo u otro material de mampostería, excepto en lugares húmedos o mojados. Artículo 334-3, -20 y -24 de la NOM.

13. Los cables tipo MC deben instalarse cumpliendo las disposiciones de los Artículos 300, 710, 725 y 770-52 que les sean aplicables de la NOM.
14. La capacidad de conducción de corriente de los cables tipo MC instalados en soporte tipo charola para cables debe calcularse de acuerdo con lo indicado en artículo 318-11.
15. Los cables tipo MC deben apoyarse y sujetarse a intervalos no mayores de 1.80 m en soporte tipo charola para cables, deben cumplir con lo establecido en el Artículo 318 de la NOM. Todas las curvas de los cables MC deben hacerse de manera que el cable no sufra daños.
16. Los accesorios usados para conectar los cables tipo MC a cajas, gabinetes u otro equipo deben estar aprobados e identificados para ese uso. Artículo 334-12 de la NOM.
17. Los conductores de tensión eléctrica nominal hasta 600 V, de circuitos de corriente alterna pueden ocupar la misma canalización. Artículo 300-3 de la NOM.
18. Se garantizara la continuidad y fijación del conductor de puesta a tierra de los circuitos derivados a las cajas de acuerdo al artículo 250-114(b) de la NOM, de tal forma que cuando más de un conductor de puesta a tierra entran en una caja todos los conductores deben ser empalmados con dispositivos aprobados. Se deben identificar las terminales de los dispositivos de puesta a tierra, como lo indica el artículo 250-119 de la NOM.
19. El cable tierra de cada circuito de los alimentadores (MC) deberán aterrizarse directamente a la barra de tierra del tablero correspondiente y puentear a la barra de la concentración de tableros. Todos los conectores utilizados deberán ser bimetálicos.
20. La tubería a instalar debe ser Pared Delgada Galvanizada (PDG) por piso, muros, plafón y estructura. La tubería de diámetro no indicado debe ser de 16 mm, PDG. No se permite utilizar alambre galvanizado para soporte de equipos y tuberías. Todas las canalizaciones, cajas de conexiones y demás dispositivos deben dejarse libres de residuos de construcción. La tubería

deberán soportarse a no más 0.91 m de los registros de conexiones y los soportes intermedios espaciados a un máximo de 1.50 m. Artículos 345 y 348 de la NOM. Protegerse contra corrosión, de acuerdo con el artículo 300-6 de la NOM. La máxima cantidad de curvas, que se permitirá entre 2 cajas será 3 curvas de 90° (270°) o su equivalente.

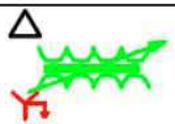
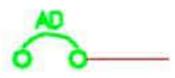
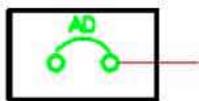
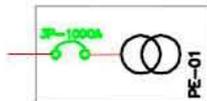
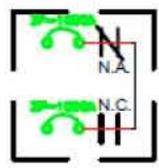
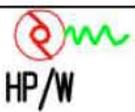
21. Se permite la instalación en soporte tipo charola para cables tubo conduit metálico, artículo 318-3.
22. Para cruce de juntas constructivas utilizar tubo flexible del tipo Liquid-Tight.
23. Los soportes tipo charola para cables deben tener resistencia y rigidez suficientes para que ofrezcan un soporte adecuado a todos los cables instalados en ellos. No deben tener bordes afilados, rebabas o salientes que puedan dañar las cubiertas o aislamientos de los cables. Deben ser de un material resistente a la corrosión. Deben tener rieles laterales u otros miembros estructurales equivalentes. Artículo 318-5. Deben instalarse como se hace mención en el artículo 318-6. Se debe conectar el cable desnudo a la charola cada 15 m con zapata de aluminio Artículo 318-7 de la NOM.
24. Alrededor de los soportes tipo charola se debe dejar y mantener un espacio suficiente que permita el acceso adecuado para la instalación y mantenimiento de los cables. La separación entre soportes tipo charola y otras tuberías con servicios no eléctricos, no debe ser menor que 0.60 m. Artículo 300-8 de la NOM.
25. Se deberá respetar la distancia mínima con otros sistemas. En caso de omitirse, será responsabilidad del contratista eléctrico reubicar sus trayectorias bajo la decisión que realice la supervisión de obra.
26. Las charolas y ductos metálicos que rematen en cualquier envolvente, deberán utilizar conectores, de tal manera que protejan a los conductores del filo cortante de la perforación del gabinete del tablero compacto.
27. El número de cables de 2 001 V nominales en adelante, permitido en una sola charola de cables, no debe exceder la suma de diámetros al de la

charola y los cables deben estar instalados en una sola capa aun cuando los cables estén en grupos de tres. Artículo 318-12 de la NOM.

28. La capacidad de conducción de corriente permitida de los cables monoconductores o cables en grupos de tres, en soportes tipo charola sin cubierta superior o tapa, no debe exceder 75% de la capacidad de conducción. Cuando los soportes tipo charola estén cubiertos continuamente a lo largo de más de 1.8 m con tapas cerradas sin ventilar, no se permite que los cables monoconductores tengan más de 70% de conducción de corriente permitida referida en las Tablas 310-67 y 310-68. Artículo 318-13.
29. Cuando se instalen cables monoconductores en configuración triangular (trébol) en soportes tipo charola sin cubierta superior o tapa, manteniendo una separación entre circuitos no inferior a 2,15 veces el diámetro exterior del conductor de mayor diámetro contenido en la configuración de conductores o cables ( $2,15 \times DE$ ), la capacidad de conducción de corriente permitida no debe exceder la capacidad de conducción de corriente permitida de las Tablas 310-69 y 310-70. Artículo 318-13.
30. La instalación de los cables de media tensión será posterior a la instalación de otros servicios como son: agua, drenaje, teléfono, gas, etc. Todos los cables de media tensión y equipos, deberán ser identificados con marbetes según normas de redes de distribución subterránea vigentes.
31. Todos los pasos en losas y muros serán realizados por parte del contratista eléctrico.
32. Todas las instalaciones eléctricas (charolas, tuberías, etc.) deberán ir siempre por arriba de las instalaciones hidráulicas y sanitarias.
33. Todas las subestaciones y cuartos eléctricos deberán presentar mediante un cuadro enmarcado el diagrama unifilar general.
34. Las referencias a los planos son indicativas pero no limitativas. Será responsabilidad del contratista revisar y solicitar toda información necesaria para su correcta instalación o ejecución.

## 2.7 Simbología

En la tabla 2.1 se muestra la simbología utilizada en este proyecto

| Simbología Eléctrica  |  |
|---|--|
|    | Transformador pedestal particular operación radial 3f, 23 kv, cap. espec. En plano.                          |
|    | Transformador tipo seco 480-220/127 VCA usos generales norma nmx-j-351, ver capacidad en plano.              |
|    | Interruptor electromagnético operación eléctrica montaje removible, características Indicadas en plano.      |
|    | Interruptor termomagnético, capacidad indicada en plano.   |
|  | Interruptor termomagnético en caja moldeada, capacidad indicada en plano.                                    |
|  | Planta generadora de energía eléctrica (capacidad en plano), 3f-4h, 60hz. Con base Tanque y caseta acústica. |
|  | Tablero de transferencia automática capacidad indicada en plano.   |
|  | Equipo de energía ininterrumpible UPS, características indicadas en plano.                                   |
|  | Tablero de distribución, 480v, 3f-4h, 60hz. Características eléctricas mostradas en cuadros de carga.        |
|  | Tablero de distribución, 220v, 3f-4h, 60hz. Características eléctricas mostradas en cuadros de carga.        |
|  | Motor eléctrico de características indicadas en plano.   |

|   |   |
|---|---|
|                      | Conexión de puesta a tierra   |
| <b>CAPACIDAD</b><br> | Interruptor termomagnético, capacidad indicada en plano.                                |
| <b>CAPACIDAD</b><br> | Interruptor de seguridad a pie de equipo, características indicadas en plano.           |
| <b>CAPACIDAD</b><br> | Interruptor de seguridad c/fusible a pie de equipo, características indicadas en plano. |
| 8536<br>             | Arrancador a tensión plena (clase 8536).  |
| 8539<br>             | Arrancador magnético combinado (clase 8539).  |
| 2510M<br>            | Arrancador manual con botón pulsador de arranque y paro (clase 2510m)                   |
|                     | Tablero de control (suministrados por otros).   |
|                    | Variador de frecuencia (suministrados por otros).                                       |
| (CATALOGO)<br>     | Supresor de sobretensiones transitorias (TVSS) características indicadas en plano       |
| N<br>   | Barra de neutro.  |
| T<br>   | Barra de tierra.  |
| NA  | Normalmente abierto.  |
| NC  | Normalmente cerrado.  |

## Capítulo 3

### Cálculos, especificaciones y requerimientos bajo la NOM-001-SEDE-2005

Este capítulo define mediante cálculos las necesidades eléctricas de operación de acuerdo al giro y/o características de los distintos espacios que comprenden el proyecto “Gigante Interlomas.”

La propuesta de la red de distribución de media tensión se presenta como recomendación debiéndose de respetar en la medida de lo posible las trayectorias sugeridas mediante los puntos siguientes:

- Diseñando un sistema eléctrico fiable y de calidad.
- Garantizando la seguridad del servicio y su continuidad; evitando daños nocivos a los usuarios de las instalaciones y salvaguardando la funcionalidad optima de los elementos que forman el sistema eléctrico.
- Seleccionando adecuadamente: conductores, protecciones, bancos de transformación, obra eléctrica, etc.
- Las “Características de los Sistemas” se determinarán en base a los criterios de carga demandada (C.D.) de cada “Espacio”, cumpliendo con los reglamentos y normas correspondientes.

Este capítulo se complementa con la red de distribución de media tensión del proyecto, la cual es realizada por el ente correspondiente siendo esta la autorizada para la ejecución de los trabajos.

#### 3.1 Descripción del proyecto

El desarrollo Mixto denominado con el nombre de “Gigante Interlomas” está ubicado en el Lote 1, Manzana I, calle Conjunto Urbano Palmas Hill, Huixquilucan Estado de México. Tiene una superficie total de terreno de 14,033 m<sup>2</sup> y tendrá una

superficie total construida de 67,881.63 m<sup>2</sup> que estará distribuida (en Zona Comercial y Oficinas) de la siguiente manera:

**Tabla 3.1 Superficie total**

| Nivel [m]        | No. de Niveles | Servicios   |
|------------------|----------------|---|
| -7.00 al -3.50   | 2              | Estacionamientos zona comercial.  |
| 0.00 al +6.00    | 2              | Autoservicio, Toks, Gimnasio, Restaurantes, Locales Comerciales, Fast Food y Estacionamiento Abierto. |
| +13.00 al +23.50 | 4              | Acceso a Oficinas y Estacionamientos de Oficinas.   |
| +27.00 al +63.00 | 9              | Subdividido en 10 oficinas por nivel.   |
| +67.50           | 1              | Azotea y equipos.   |

Los gruesos de áreas correspondientes para cada tipo de servicio son los siguientes:

**Tabla 3.2 Tipos de servicio**

| Espacio                               | m <sup>2</sup> |
|---------------------------------------|----------------|
| Área de Estacionamientos C. Comercial | 17,279.00      |
| Autoservicio                          | 4,470.68       |
| Toks                                  | 704.22         |
| Locales Comerciales                   | 1,630.56       |
| Petco                                 | 683.10         |
| Gimnasio                              | 3,451.55       |
| Food Court                            | 269.78         |
| Restaurantes                          | 904.78         |
| Área de Mesas C. Comercial            | 1,196.20       |
| Área Común C. Comercial               | 879.09         |
| Área de Estacionamientos Oficinas     | 20,377.51      |
| 9 Niveles de Oficinas                 | 14,882.58      |
| Áreas Comunes                         | 288.00         |
| Áreas de Servicios                    | 855            |
| Área Total                            | 67,881.63      |

### 3.2 Descripción del Sistema Eléctrico Media Tensión

El alcance de la presente memoria exime el diseño de la red de distribución de media tensión. La descripción que se presenta a continuación es basándose al proyecto ejecutivo de media tensión (diseñado por el ente autorizado para las gestorías correspondiente ante la CFE para su aprobación) con fines ilustrativos para ligarlo al sistema de baja tensión.

El suministro eléctrico al Inmueble: "Gigante Interlomas", será en Media Tensión alimentando con una acometida doble de 600A a un seccionador de 4 vías en SF6 y derivando en sistema de 200 A para formar un anillo. Para ello se hace uso de muretes derivadores de 6 vías que alimentarán radialmente a los transformadores de "servicios particulares". Los diagramas unifilares se encuentran en el **anexo 1**

Los muretes derivadores CMS-01, CMS-02 Y CMS-03, se ubican en el nivel -3.50 (sótano 1); y los muretes CMS-04 y CMS-05 en el nivel +13.00 (Nivel 3).

- Tres transformadores conectados al anillo, el primero con una capacidad de 150 kVA localizado en sótano 1, alimentando:
  - Locales Comerciales y Fast Court;
- el segundo y tercer transformador con una capacidad de 500 kva localizados en el nivel 3, alimentando a 9 niveles de oficinas distribuidas del nivel 7 al nivel 15.

Para los servicios propios del inmueble (en todo su conjunto) se alimentará de un transformador con capacidad de 1,250 kVA, mismo que estará localizado en el sótano 1. Comprendiendo cargas de: alumbrado, fuerza, receptáculos, HVAC, bombeo, sistema contra incendio, cargas reguladas, etc.

Con la finalidad de garantizar la continuidad en el servicio eléctrico para los servicios propios del inmueble (en caso de presentarse una falla de la Compañía

Suministradora) contará con el respaldo de una planta generadora de 750 kW con caseta acústica.

Como se señaló anteriormente, es importante mencionar que el diseño de la red de media tensión es realizado por el ente encargado de realizar la gestoría correspondiente con la compañía suministradora de energía eléctrica (Comisión Federal de Electricidad, CFE), así mismo será responsable del proyecto para la concentración de medidores tanto en baja y media tensión para todos los servicios del inmueble.

La distribución de la alimentación en media tensión será mediante soportería tipo charola, a lo largo de todas las trayectorias (tanto horizontales como verticales).

- **Servicios Particulares**

A continuación se refieren los Servicios Particulares que se alimentarán en Media Tensión:

- PETCO
- 5 locales Comerciales: 9, 10, 11, 12 y 14.
- Taks
- 1 Autoservicio
- 3 Niveles de Oficinas
- 2 Restaurantes
- 1 Gimnasio

- **Partición de Responsabilidades**

Como se mencionó anteriormente, el diseño de la Red de Distribución en Media Tensión (ligado a la obra civil y electromecánica correspondiente, e incluyendo concentración de medidores), es realizado por otros.

El cálculo de alimentadores en baja tensión para “Servicios Particulares” con transformador propio, se *“proyecta exclusivamente para dimensionamiento de canalizaciones, pasos en losa (en caso de requerirse), así como de los espacios necesarios para la instalación de sus*

*equipos con su respectiva obra civil*; siendo responsable los arrendatarios y/o propietarios de cada espacio de su propia obra eléctrica.

Para los locatarios Comerciales, Fast Court y Oficinas en *Baja Tensión*, el diseño del proyecto abarca a partir del interruptor principal de la concentración de medidores, y hasta dejar las puntas eléctricas en un registro en el interior del local u oficina. La instalación eléctrica de estos será por parte de los arrendatarios y/o locatarios de estos lugares.

- **Densidades de carga**

Grupo Inmobiliario Gigante a partir de la experiencia en el desarrollo de este tipo de inmuebles, ha asignado *Densidades de Carga* basándose en las necesidades de sus arrendatarios y/o locatarios (para servicios en Baja Tensión), mostrándose a continuación:

**Tabla 3.3 Densidad de carga**

| <b>Espacio:</b>      | <b>Densidad de Carga<br/>[W/m<sup>2</sup>]</b> |
|----------------------|--|
| Locales Comerciales: | 150.00   |
| Locales Fast Court   | 350.00   |
| Oficinas             | 100.00   |

Para los espacios con *Servicios Particulares* (suministro en Media Tensión), Grupo Inmobiliario Gigante asignó el total de kVA's para cada área, utilizando el mismo criterio que es en base a los requerimientos de sus arrendatarios y locatarios.

A continuación se muestran las tablas de cargas preliminares

### 3.3 Cargas Eléctricas Preliminares

**Tabla 3.4 Cargas Preliminares baja tensión, locales**

SERVICIOS TRIFASICOS EN BAJA TENSION, 3F, 4H.

| NIVEL             | LOCAL | NUMERO DE SERVICIOS | AREA/M2       | DENSIDAD DE CARGA W/M2 | TOTAL W           | TOTAL V.A.        | FACTOR DE DEMANDA | TOTAL KW DEMANDADOS | TOTAL KVA DEMANDADOS |
|-------------------|-------|---------------------|---------------|------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|----------------------|
| +0.00             | LC-02 | 1                   | 79.51         | 150                    | 11,926.50         | 13,251.67         | 0.60              | 7.16                | 7.95                 |
| +0.00             | LC-03 | 1                   | 43.45         | 150                    | 6,517.50          | 7,241.67          | 0.60              | 3.91                | 4.35                 |
| +0.00             | LC-04 | 1                   | 38.4          | 150                    | 5,760.00          | 6,400.00          | 0.60              | 3.46                | 3.84                 |
| +0.00             | LC-05 | 1                   | 38.4          | 150                    | 5,760.00          | 6,400.00          | 0.60              | 3.46                | 3.84                 |
| +0.00             | LC-06 | 1                   | 38.4          | 150                    | 5,760.00          | 6,400.00          | 0.60              | 3.46                | 3.84                 |
| +0.00             | LC-07 | 1                   | 38.4          | 150                    | 5,760.00          | 6,400.00          | 0.60              | 3.46                | 3.84                 |
| +0.00             | LC-08 | 1                   | 73.51         | 150                    | 11,026.50         | 12,251.67         | 0.60              | 6.62                | 7.35                 |
| +0.00             | LC-13 | 1                   | 45.54         | 150                    | 6,831.00          | 7,590.00          | 0.60              | 4.10                | 4.55                 |
| +6.00             | L101  | 1                   | 54.95         | 150.00                 | 8,241.75          | 9,157.50          | 0.60              | 4.95                | 5.49                 |
| +6.00             | L102  | 1                   | 54.00         | 150.00                 | 8,100.00          | 9,000.00          | 0.60              | 4.86                | 5.40                 |
| +6.00             | FC1   | 1                   | 40.28         | 350                    | 14,098.00         | 15,664.44         | 0.60              | 8.46                | 9.40                 |
| +6.00             | FC2   | 1                   | 40.28         | 350                    | 14,098.00         | 15,664.44         | 0.60              | 8.46                | 9.40                 |
| +6.00             | FC3   | 1                   | 31.09         | 350                    | 10,881.50         | 12,090.56         | 0.60              | 6.53                | 7.25                 |
| +6.00             | FC4   | 1                   | 31.09         | 350                    | 10,881.50         | 12,090.56         | 0.60              | 6.53                | 7.25                 |
| +6.00             | FC5   | 1                   | 31.09         | 350                    | 10,881.50         | 12,090.56         | 0.60              | 6.53                | 7.25                 |
| +6.00             | FC6   | 1                   | 31.09         | 350                    | 10,881.50         | 12,090.56         | 0.60              | 6.53                | 7.25                 |
| +6.00             | FC7   | 1                   | 32.43         | 350                    | 11,350.50         | 12,611.67         | 0.60              | 6.81                | 7.57                 |
| +6.00             | FC8   | 1                   | 32.43         | 350                    | 11,350.50         | 12,611.67         | 0.60              | 6.81                | 7.57                 |
| +0.00             | IS-01 | 1                   | 0             | 200                    | 0.00              | 0.00              | 0.60              | 0.00                | 0.00                 |
| +0.00             | IS-02 | 1                   | 0             | 200                    | 0.00              | 0.00              | 0.60              | 0.00                | 0.00                 |
| <b>TOTAL B.T.</b> |       | <b>20.00</b>        | <b>774.34</b> | <b>235.00</b>          | <b>170,106.25</b> | <b>189,006.94</b> |                   | <b>102.06</b>       | <b>113.40</b>        |

Tabla 3.4 Carga preliminares baja tensión, Oficinas

| DENSIDAD DE CARGA                             |         | 100W/M2             |          |                  |            |
|---|---------|---------------------|----------|------------------|------------|
| SERVICIOS TRIFASICOS EN BAJA TENSION, 3F, 4H. |         |                     |          |                  |            |
| NIVEL (7)                                     | OFICINA | NUMERO DE SERVICIOS | AREA/M2  | TOTAL W. 100W/M2 | TOTAL V.A. |
| +27.00  | 1       | 1                   | 237.95   | 23,795.00        | 26,438.89  |
| +27.00  | 2       | 1                   | 237.95   | 23,795.00        | 26,438.89  |
| +27.00  | 3       | 1                   | 99.67    | 9,967.00         | 11,074.44  |
| +27.00  | 4       | 1                   | 99.67    | 9,967.00         | 11,074.44  |
| +27.00  | 5       | 1                   | 99.67    | 9,967.00         | 11,074.44  |
| +27.00  | 6       | 1                   | 289.85   | 28,985.00        | 32,205.56  |
| +27.00  | 7       | 1                   | 289.85   | 28,985.00        | 32,205.56  |
| +27.00  | 8       | 1                   | 99.67    | 9,967.00         | 11,074.44  |
| +27.00  | 9       | 1                   | 99.67    | 9,967.00         | 11,074.44  |
| +27.00  | 10      | 1                   | 99.67    | 9,967.00         | 11,074.44  |
| <b>TOTAL</b>                                  |         | 10                  | 1,653.62 | 165,362.00       | 183,735.56 |

**Tabla 3.5 carga Eléctricas Preliminares, Servicios Particulares**

SERVICIOS TRIFASICOS EN BAJA TENSION, 3F, 4H.

| NIVEL             | LOCAL               | NUMERO DE SERVICIOS | AREA/M2          | DENSIDAD DE CARGA W/M2 | TOTAL KW INSTALADOS | TOTAL KVA INSTALADOS | FACTOR DE DEMANDA | TOTAL KW DEMANDADOS | TOTAL KVA DEMANDADOS |
|-------------------|---------------------|---------------------|------------------|------------------------|---------------------|----------------------|-------------------|---------------------|----------------------|
| +0.00             | LC-01 (PETCO)       | 1                   | 683.1            | 197.63                 | 135.00              | 150.00               | 0.60              | 81.00               | 90.00                |
| +0.00             | LC-09               | 1                   | 292.53           | 230.75                 | 67.50               | 75.00                | 0.60              | 40.50               | 45.00                |
| +0.00             | LC-10               | 1                   | 278.06           | 242.75                 | 67.50               | 75.00                | 0.60              | 40.50               | 45.00                |
| +0.00             | LC-11               | 1                   | 165.65           | 244.49                 | 40.50               | 45.00                | 0.60              | 24.30               | 27.00                |
| +0.00             | LC-12               | 1                   | 202.87           | 199.64                 | 40.50               | 45.00                | 0.60              | 24.30               | 27.00                |
| +0.00             | LC-14               | 1                   | 260.33           | 388.93                 | 101.25              | 112.50               | 0.60              | 60.75               | 67.50                |
| +0.00             | AUTOSERVICIO        | 1                   | 3,980.02         | 226.13                 | 900.00              | 1,000.00             | 0.60              | 540.00              | 600.00               |
| +6.00             | GIMNASIO            | 1                   | 3451.55          | 130.38                 | 450.00              | 500.00               | 0.60              | 270.00              | 300.00               |
| +0.00             | TOKS                | 1                   | 704.22           | 287.55                 | 202.50              | 225.00               | 0.60              | 121.50              | 135.00               |
|                   | SERVICIOS PROPIOS   | 1                   |                  |                        | 1,318.99            | 1,465.54             | 0.73              | 957.89              | 1,064.32             |
| +6.00             | R-1                 | 1                   | 361.14           | 373.82                 | 135.00              | 150.00               | 0.60              | 81.00               | 90.00                |
| +6.00             | R-2                 | 1                   | 543.64           | 372.49                 | 202.50              | 225.00               | 0.60              | 121.50              | 135.00               |
|                   | LOCALES COMERCIALES | 1                   | 774.34           | 235.00                 | 170.11              | 189.01               | 0.60              | 102.06              | 113.40               |
| +27.00            | OFICINA 1           | 1                   | 1653.62          | 122.46                 | 202.50              | 225.00               | 0.60              | 121.50              | 135.00               |
| +31.50            | OFICINA 2           | 1                   | 1653.62          | 122.46                 | 202.50              | 225.00               | 0.60              | 121.50              | 135.00               |
| +36.00            | OFICINA 3           | 1                   | 1653.62          | 122.46                 | 202.50              | 225.00               | 0.60              | 121.50              | 135.00               |
|                   | OFICINAS            | 1                   | 14,882.58        | 100.00                 | 1,488.26            | 1,653.62             | 0.60              | 892.95              | 992.17               |
| <b>TOTAL M.T.</b> |                     | <b>17.00</b>        | <b>31,540.89</b> |                        | <b>5,927.10</b>     | <b>6,585.67</b>      |                   | <b>3,722.76</b>     | <b>4,136.40</b>      |

### 3.4 Matriz de Servicios Plazas Comerciales y Oficinas Interlomas

Tabla 3.6 Matriz de servicios plazas comerciales y oficinas Interlomas

| TOTAL                           | DATOS GENERALES PLAZA COMERCIAL |              |                     | INST. ELECTRICA        |                 |                 |               |                 |              |               |   |                           |
|---------------------------------|---------------------------------|--------------|---------------------|------------------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|--------------|---------------|---|---------------------------|
|                                 | LOCAL                           | RAZON SOCIAL | AREA m <sup>2</sup> | Watts x m <sup>2</sup> | KW Instalados   | KVA Instalados  | KW Demanda    | KVA Demanda     | TENSIÓN      | MEDICIÓN      | Transformador por Cuenta del Arrendatario | CUARTO TECNICO            |
| <b>PLANTA COMERCIAL NIVEL 1</b> |                                 |              |                     |                        |                 |                 |               |                 |              |               |   |                           |
| 1                               | L-01                            | Petco        | 683.10              | 198                    | 135.00          | 150.00          | 81.00         | 90.00           | 23,000 V.    | Media Tensión | 150 KVA                                   | Subestación Arrendatario  |
| 2                               | L-02                            |              | 79.51               | 150                    | 11.93           | 13.25           | 7.16          | 7.95            | 220 V. 3F.4H | Baja Tensión  | N/A                                       | Concentración de Medición |
| 3                               | L-03                            |              | 43.45               | 150                    | 6.52            | 7.24            | 3.91          | 4.35            | 220 V. 3F.4H | Baja Tensión  | N/A                                       | Concentración de Medición |
| 4                               | L-04                            |              | 38.40               | 150                    | 5.76            | 6.40            | 3.46          | 3.84            | 220 V. 3F.4H | Baja Tensión  | N/A                                       | Concentración de Medición |
| 5                               | L-05                            |              | 38.40               | 150                    | 5.76            | 6.40            | 3.46          | 3.84            | 220 V. 3F.4H | Baja Tensión  | N/A                                       | Concentración de Medición |
| 6                               | L-06                            |              | 38.40               | 150                    | 5.76            | 6.40            | 3.46          | 3.84            | 220 V. 3F.4H | Baja Tensión  | N/A                                       | Concentración de Medición |
| 7                               | L-07                            |              | 38.40               | 150                    | 5.76            | 6.40            | 3.46          | 3.84            | 220 V. 3F.4H | Baja Tensión  | N/A                                       | Concentración de Medición |
| 8                               | L-08                            |              | 73.51               | 150                    | 11.03           | 12.25           | 6.62          | 7.35            | 220 V. 3F.4H | Baja Tensión  | N/A                                       | Concentración de Medición |
| 9                               | L-09                            |              | 292.53              | 231                    | 67.50           | 75.00           | 40.50         | 45.00           | 23,000 V.    | Media Tensión | 75 KVA                                    | Subestación Arrendatario  |
| 10                              | L-10                            |              | 278.06              | 243                    | 67.50           | 75.00           | 40.50         | 45.00           | 23,000 V.    | Media Tensión | 75 KVA                                    | Subestación Arrendatario  |
| 11                              | L-11                            |              | 165.65              | 244                    | 40.50           | 45.00           | 24.30         | 27.00           | 23,000 V.    | Media Tensión | 45 KVA                                    | Subestación Arrendatario  |
| 12                              | L-12                            |              | 202.87              | 200                    | 40.50           | 45.00           | 24.30         | 27.00           | 23,000 V.    | Media Tensión | 45 KVA                                    | Subestación Arrendatario  |
| 13                              | L-13                            |              | 45.54               | 150                    | 6.83            | 7.59            | 4.10          | 4.55            | 220 V. 3F.4H | Baja Tensión  | N/A                                       | Concentración de Medición |
| 14                              | L-14                            |              | 260.33              | 389                    | 101.25          | 112.50          | 60.75         | 67.50           | 23,000 V.    | Media Tensión | 112.5 KVA                                 | Subestación Arrendatario  |
| 15                              | Ancla                           | Toks         | 704.22              | 288                    | 202.50          | 225.00          | 121.50        | 135.00          | 23,000 V.    | Media Tensión | 225 KVA                                   | Subestación Arrendatario  |
| 16                              | Ancla                           | Autoservicio | 3,980.02            | 226.13                 | 900.00          | 1,000.00        | 540.00        | 600.00          | 23,000 V.    | Media Tensión | 1,000 KVA                                 | Subestación Arrendatario  |
| <b>SUBTOTAL</b>                 |                                 |              |                     |                        | <b>1,614.09</b> | <b>1,793.44</b> | <b>968.46</b> | <b>1,076.66</b> |              |               |   |                           |
| <b>PLANTA COMERCIAL NIVEL 2</b> |                                 |              |                     |                        |                 |                 |               |                 |              |               |   |                           |
| 17                              | L-101/102                       |              | 108.95              | 150                    | 16.34           | 18.16           | 9.81          | 10.90           | 220 V. 3F.4H | Baja Tensión  | N/A                                       | Concentración de Medición |
| 18                              | FC-01                           |              | 40.28               | 350                    | 14.10           | 15.66           | 8.46          | 9.40            | 220 V. 3F.4H | Baja Tensión  | N/A                                       | Concentración de Medición |
| 19                              | FC-02                           |              | 40.28               | 350                    | 14.10           | 15.66           | 8.46          | 9.40            | 220 V. 3F.4H | Baja Tensión  | N/A                                       | Concentración de Medición |
| 20                              | FC-03                           |              | 31.09               | 350                    | 10.88           | 12.09           | 6.53          | 7.25            | 220 V. 3F.4H | Baja Tensión  | N/A                                       | Concentración de Medición |
| 21                              | FC-04                           |              | 31.09               | 350                    | 10.88           | 12.09           | 6.53          | 7.25            | 220 V. 3F.4H | Baja Tensión  | N/A                                       | Concentración de Medición |
| 22                              | FC-05                           |              | 31.09               | 350                    | 10.88           | 12.09           | 6.53          | 7.25            | 220 V. 3F.4H | Baja Tensión  | N/A                                       | Concentración de Medición |
| 23                              | FC-06                           |              | 31.09               | 350                    | 10.88           | 12.09           | 6.53          | 7.25            | 220 V. 3F.4H | Baja Tensión  | N/A                                       | Concentración de Medición |
| 24                              | FC-07                           |              | 32.43               | 350                    | 11.35           | 12.61           | 6.81          | 7.57            | 220 V. 3F.4H | Baja Tensión  | N/A                                       | Concentración de Medición |
| 25                              | FC-08                           |              | 32.43               | 350                    | 11.35           | 12.61           | 6.81          | 7.57            | 220 V. 3F.4H | Baja Tensión  | N/A                                       | Concentración de Medición |
| 26                              | R-01                            |              | 361.14              | 374                    | 135.00          | 150.00          | 81.00         | 90.00           | 23,000 V.    | Media Tensión | 150 KVA                                   | Subestación Arrendatario  |
| 27                              | R-02                            |              | 543.64              | 372                    | 202.50          | 225.00          | 121.50        | 135.00          | 23,000 V.    | Media Tensión | 225 KVA                                   | Subestación Arrendatario  |
| 28                              | Ancla                           | Gimnasio     | 3,451.55            | 130                    | 450.00          | 500.00          | 270.00        | 300.00          | 23,000 V.    | Media Tensión | 500 KVA                                   | Subestación Arrendatario  |
| <b>SUBTOTAL</b>                 |                                 |              |                     |                        | <b>898.27</b>   | <b>998.08</b>   | <b>536.96</b> | <b>598.85</b>   |              |               |   |                           |

| OFICINAS |           |  |          |     |        |        |        |        |           |               |         |                          |
|----------|-----------|--|----------|-----|--------|--------|--------|--------|-----------|---------------|---------|--------------------------|
| 1        | OFICINA 1 |  | 1,653.62 | 122 | 237.50 | 225.00 | 121.50 | 135.00 | 23,000 V. | Media Tensión | 225 KVA | Subestación Arrendatarío |
| 2        | OFICINA 2 |  | 1,653.62 | 122 | 237.50 | 225.00 | 121.50 | 135.00 | 23,000 V. | Media Tensión | 225 KVA | Subestación Arrendatarío |
| 3        | OFICINA 3 |  | 1,653.62 | 122 | 237.50 | 225.00 | 121.50 | 135.00 | 23,000 V. | Media Tensión | 225 KVA | Subestación Arrendatarío |
| SUBTOTAL |           |  | 4,960.86 | 366 | 712.50 | 675.00 | 364.50 | 405.00 |           |               |         |                          |

|          |  |  |          |  |          |  |        |          |           |               |          |                            |
|----------|--|--|----------|--|----------|--|--------|----------|-----------|---------------|----------|----------------------------|
| 1        | AREAS COMUNES PLAZA COMERCIAL Y OFICINAS |  | 1,126.00 |  | 1,250.00 |  | 967.39 | 1,054.32 | 23,000 V. | Media Tensión | 1250 KVA | Subestación Administración |
| SUBTOTAL |  |  | 1,126.00 |  | 1,250.00 |  | 967.39 | 1,054.32 |           |               |          |                            |

| CARGA TOTAL COMERCIAL | KW Instalados | KVA Instalados | KW Demanda | KVA Demanda |
|-----------------------|---------------|----------------|------------|-------------|
|                       | 4,244.87      | 4,716.33       | 2,929.81   | 3,144.23    |

| TO VAL                  | DATOS GENERALES OFICINAS |               |                     |                       | INST. ELÉCTRICA |                |            |             |               |              |   |                           |
|-------------------------|--------------------------|---------------|---------------------|-----------------------|-----------------|----------------|------------|-------------|---------------|--------------|---|---------------------------|
|                         | LOCAL                    | RACION SOCIAL | AreaAm <sup>2</sup> | Wallas m <sup>2</sup> | KW Instalados   | KVA Instalados | KW Demanda | KVA Demanda | TENSIÓN       | MEDICIÓN     | Transformador por Cuenta del Arrendatario | CUARTO TÉCNICO            |
| PLANTA OFICINAS NIVEL 7 |                          |               |                     |                       |                 |                |            |             |               |              |   |                           |
| 1                       | OF-D1                    |               | 237.56              | 100                   | 237.56          | 26.43          | 14.277     | 15.953      | 230 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A                                       | Concentración de Medición |
| 2                       | OF-D2                    |               | 237.56              | 100                   | 237.56          | 26.43          | 14.277     | 15.953      | 230 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A                                       | Concentración de Medición |
| 3                       | OF-D3                    |               | 99.67               | 100                   | 99.67           | 11.074         | 5.960      | 6.645       | 230 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A                                       | Concentración de Medición |
| 4                       | OF-D4                    |               | 99.67               | 100                   | 99.67           | 11.074         | 5.960      | 6.645       | 230 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A                                       | Concentración de Medición |
| 5                       | OF-D5                    |               | 99.67               | 100                   | 99.67           | 11.074         | 5.960      | 6.645       | 230 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A                                       | Concentración de Medición |
| 6                       | OF-D6                    |               | 289.26              | 100                   | 289.26          | 32.205         | 17.391     | 19.323      | 230 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A                                       | Concentración de Medición |
| 7                       | OF-D7                    |               | 289.26              | 100                   | 289.26          | 32.205         | 17.391     | 19.323      | 230 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A                                       | Concentración de Medición |
| 8                       | OF-D8                    |               | 99.67               | 100                   | 99.67           | 11.074         | 5.960      | 6.645       | 230 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A                                       | Concentración de Medición |
| 9                       | OF-D9                    |               | 99.67               | 100                   | 99.67           | 11.074         | 5.960      | 6.645       | 230 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A                                       | Concentración de Medición |
| 10                      | OF-D10                   |               | 99.67               | 100                   | 99.67           | 11.074         | 5.960      | 6.645       | 230 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A                                       | Concentración de Medición |
| SUBTOTAL                |                          |               |                     |                       | 195.28          | 183.74         | 89.22      | 110.24      |               |              |   |                           |

|                         |        |  |        |     |        |        |        |        |               |              |     |                           |
|-------------------------|--------|--|--------|-----|--------|--------|--------|--------|---------------|--------------|-----|---------------------------|
| PLANTA OFICINAS NIVEL 8 |        |  |        |     |        |        |        |        |               |              |     |                           |
| 1                       | OF-D1  |  | 237.56 | 100 | 237.56 | 26.43  | 14.277 | 15.953 | 230 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medición |
| 2                       | OF-D2  |  | 237.56 | 100 | 237.56 | 26.43  | 14.277 | 15.953 | 230 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medición |
| 3                       | OF-D3  |  | 99.67  | 100 | 99.67  | 11.074 | 5.960  | 6.645  | 230 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medición |
| 4                       | OF-D4  |  | 99.67  | 100 | 99.67  | 11.074 | 5.960  | 6.645  | 230 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medición |
| 5                       | OF-D5  |  | 99.67  | 100 | 99.67  | 11.074 | 5.960  | 6.645  | 230 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medición |
| 6                       | OF-D6  |  | 289.26 | 100 | 289.26 | 32.205 | 17.391 | 19.323 | 230 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medición |
| 7                       | OF-D7  |  | 289.26 | 100 | 289.26 | 32.205 | 17.391 | 19.323 | 230 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medición |
| 8                       | OF-D8  |  | 99.67  | 100 | 99.67  | 11.074 | 5.960  | 6.645  | 230 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medición |
| 9                       | OF-D9  |  | 99.67  | 100 | 99.67  | 11.074 | 5.960  | 6.645  | 230 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medición |
| 10                      | OF-D10 |  | 99.67  | 100 | 99.67  | 11.074 | 5.960  | 6.645  | 230 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medición |
| SUBTOTAL                |        |  |        |     | 195.28 | 183.74 | 89.22  | 110.24 |               |              |     |                           |



| PLANTA OFICINAS NIVEL 13 |        |  |        |     |        |        |        |        |               |              |     |                         |
|--------------------------|--------|--|--------|-----|--------|--------|--------|--------|---------------|--------------|-----|-------------------------|
| 1                        | O F-01 |  | 237.95 | 100 | 237.95 | 26.439 | 14.277 | 15.863 | 220 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medida |
| 2                        | O F-02 |  | 237.95 | 100 | 237.95 | 26.439 | 14.277 | 15.863 | 220 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medida |
| 3                        | O F-03 |  | 99.67  | 100 | 9.967  | 11.074 | 5.980  | 6.645  | 220 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medida |
| 4                        | O F-04 |  | 99.67  | 100 | 9.967  | 11.074 | 5.980  | 6.645  | 220 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medida |
| 5                        | O F-05 |  | 99.67  | 100 | 9.967  | 11.074 | 5.980  | 6.645  | 220 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medida |
| 6                        | O F-06 |  | 289.85 | 100 | 28.985 | 32.205 | 17.391 | 19.323 | 220 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medida |
| 7                        | O F-07 |  | 289.85 | 100 | 28.985 | 32.205 | 17.391 | 19.323 | 220 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medida |
| 8                        | O F-08 |  | 99.67  | 100 | 9.967  | 11.074 | 5.980  | 6.645  | 220 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medida |
| 9                        | O F-09 |  | 99.67  | 100 | 9.967  | 11.074 | 5.980  | 6.645  | 220 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medida |
| 10                       | O F-10 |  | 99.67  | 100 | 9.967  | 11.074 | 5.980  | 6.645  | 220 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medida |
| SUBTOTAL                 |        |  | 165.36 |     | 183.74 | 93.22  | 110.24 |        |               |              |     |                         |

| PLANTA OFICINAS NIVEL 14 |        |  |        |     |        |        |        |        |               |              |     |                         |
|--------------------------|--------|--|--------|-----|--------|--------|--------|--------|---------------|--------------|-----|-------------------------|
| 1                        | O F-01 |  | 237.95 | 100 | 237.95 | 26.439 | 14.277 | 15.863 | 220 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medida |
| 2                        | O F-02 |  | 237.95 | 100 | 237.95 | 26.439 | 14.277 | 15.863 | 220 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medida |
| 3                        | O F-03 |  | 99.67  | 100 | 9.967  | 11.074 | 5.980  | 6.645  | 220 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medida |
| 4                        | O F-04 |  | 99.67  | 100 | 9.967  | 11.074 | 5.980  | 6.645  | 220 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medida |
| 5                        | O F-05 |  | 99.67  | 100 | 9.967  | 11.074 | 5.980  | 6.645  | 220 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medida |
| 6                        | O F-06 |  | 289.85 | 100 | 28.985 | 32.205 | 17.391 | 19.323 | 220 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medida |
| 7                        | O F-07 |  | 289.85 | 100 | 28.985 | 32.205 | 17.391 | 19.323 | 220 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medida |
| 8                        | O F-08 |  | 99.67  | 100 | 9.967  | 11.074 | 5.980  | 6.645  | 220 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medida |
| 9                        | O F-09 |  | 99.67  | 100 | 9.967  | 11.074 | 5.980  | 6.645  | 220 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medida |
| 10                       | O F-10 |  | 99.67  | 100 | 9.967  | 11.074 | 5.980  | 6.645  | 220 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medida |
| SUBTOTAL                 |        |  | 165.36 |     | 183.74 | 93.22  | 110.24 |        |               |              |     |                         |

| PLANTA OFICINAS NIVEL 15 |        |  |        |     |        |        |        |        |               |              |     |                         |
|--------------------------|--------|--|--------|-----|--------|--------|--------|--------|---------------|--------------|-----|-------------------------|
| 1                        | O F-01 |  | 237.95 | 100 | 237.95 | 26.439 | 14.277 | 15.863 | 220 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medida |
| 2                        | O F-02 |  | 237.95 | 100 | 237.95 | 26.439 | 14.277 | 15.863 | 220 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medida |
| 3                        | O F-03 |  | 99.67  | 100 | 9.967  | 11.074 | 5.980  | 6.645  | 220 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medida |
| 4                        | O F-04 |  | 99.67  | 100 | 9.967  | 11.074 | 5.980  | 6.645  | 220 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medida |
| 5                        | O F-05 |  | 99.67  | 100 | 9.967  | 11.074 | 5.980  | 6.645  | 220 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medida |
| 6                        | O F-06 |  | 289.85 | 100 | 28.985 | 32.205 | 17.391 | 19.323 | 220 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medida |
| 7                        | O F-07 |  | 289.85 | 100 | 28.985 | 32.205 | 17.391 | 19.323 | 220 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medida |
| 8                        | O F-08 |  | 99.67  | 100 | 9.967  | 11.074 | 5.980  | 6.645  | 220 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medida |
| 9                        | O F-09 |  | 99.67  | 100 | 9.967  | 11.074 | 5.980  | 6.645  | 220 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medida |
| 10                       | O F-10 |  | 99.67  | 100 | 9.967  | 11.074 | 5.980  | 6.645  | 220 V. 3F. 4H | Baja Tensión | N/A | Concentración de Medida |
| SUBTOTAL                 |        |  | 165.36 |     | 183.74 | 93.22  | 110.24 |        |               |              |     |                         |

| CARGA TOTAL OFICINAS | KW         | KVA        | KW      | KVA     |
|----------------------|------------|------------|---------|---------|
|                      | Instalados | Instalados | Demanda | Demanda |
|                      | 1,488.26   | 1,653.62   | 892.95  | 992.17  |

| CARGA TOTAL DEL CONJUNTO COMERCIAL Y OFICINAS | KW         | KVA        | KW       | KVA      |
|---|------------|------------|----------|----------|
|   | Instalados | Instalados | Demanda  | Demanda  |
|   | 5,733.13   | 6,370.15   | 3,722.77 | 4,136.41 |

### 3.5 Medición de consumo de energía eléctrica (CFE)

De acuerdo a la Matriz del punto 3.4. Se resume el número de servicios para su medición:

Tabla 3.7 Media Tensión (M.T.):

| Suministro           | Servicio                        | No.       |
|----------------------|---------------------------------|-----------|
| Media Tensión (M.T.) | L-01 (Petco)                    | 1         |
|                      | L-09 al L-12                    | 4         |
|                      | L-14                            | 1         |
|                      | Toks                            | 1         |
|                      | Autoservicio                    | 1         |
|                      | Restaurante 1 y 2 (R-01 y R-02) | 2         |
|                      | Gimnasio                        | 1         |
|                      | Oficina 1, 2 y 3                | 3         |
|                      | Servicios Propios               | 1         |
|                      | <b>Total</b>                    | <b>15</b> |
| Baja Tensión (B.T.)  | L-02 al L-08                    | 7         |
|                      | L-13                            | 1         |
|                      | L101/102                        | 2         |
|                      | FC-01 al FC-08                  | 8         |
|                      | Oficinas                        | 90        |
| <b>Total</b>         | <b>108</b>                      |           |

### 3.6 Obra Civil y Electromecánica

Antes de iniciar los trabajos, el contratista deberá considerar la mano de obra de primera calidad, hecha por personal competente calificado y con amplia experiencia en este tipo de trabajos.

Todo el material y el equipo empleado deben cumplir con las normas oficiales mexicanas (NOM), y a falta de estas, con las normas mexicanas (NMX). Deben contar con un certificado expedido por un organismo de certificación de productos acreditados y aprobados (ANCE). Artículo 110-2 de la NOM.

Los trabajos de las instalaciones eléctricas, deberán hacerse con herramientas apropiadas y no se admitirán los trabajos desarrollados con herramientas inadecuadas.

La posición exacta de las salidas eléctricas, contactos, alumbrado, etc., así como las trayectorias de las canalizaciones, deberán fijarse en la obra, de acuerdo con los planos de proyecto, las especificaciones respectivas y la Dirección de Obra.

Las estructuras, herrajes, colgadores, soportes, necesarios para la instalación y montaje de las canalizaciones y equipos eléctricos, serán suministrados e instalados por el contratista eléctrico.

Los trabajos de obra civil, albañilería, yeso, pintura, jardinería y/o decoración, etc. que son necesarios para la correcta ejecución de los trabajos, relativos a las instalaciones eléctricas serán hechas por otros contratistas, en común acuerdo con la dirección de la obra, siempre y cuando estos trabajos sean programados con anticipación de los trabajos respectivos, de otra forma, serán por cuenta del contratista eléctrico.

Todos los materiales y equipos deberán ser instalados de manera correcta y limpia, la instalación de cualquier material o equipo que no se sujete a las normas, reglamentos y/o especificaciones, será removido y reinstalado y/o repuesto sin costo adicional para el propietario. Cualquier cambio o modificación a las especificaciones y planos de proyecto, no podrán efectuarse sin autorización escrita de la Dirección de la Obra previo presupuesto autorizado.

### **3.6.1 Coordinación y Aprobación**

- **Consideraciones**

- El contratista deberá asistir a las juntas de coordinación que programe la Dirección de Obra, con el fin de solucionar problemas y no retrasar el avance de la obra.
- El contratista elaborará y presentara a la Dirección de la Obra, un programa de obra desglosado, en el cual muestre el tiempo de

ejecución de sus trabajos coordinados con el avance de las instalaciones.

- El contratista se obliga a llevar bitácora de obra, para lo cual deberá tener permanentemente en la obra.
- La aprobación de las instalaciones ante la Unidad Verificadora, así como también la obtención del visto bueno por la misma para contratar el servicio eléctrico, son responsabilidad del contratista eléctrico, para ello presentará los planos (As-Built) actualizados de los cambios o ajustes propios de la instalación.
- **Instructivo de operación y manejo**
  - El contratista deberá entregar un instructivo para operación y manejo de los diferentes sistemas que haya instalado.
- **Manuales de mantenimiento**
  - El contratista deberá entregar los manuales oficiales de mantenimiento de los equipos instalados, certificados por los fabricantes y/o proveedores de los mismos.
- **Catálogos**
  - Independientemente de los instructivos y manuales, el contratista deberá entregar un juego completo de catálogos de todos los equipos y materiales instalados.
- **Dibujos y boletines técnicos**
  - El contratista deberá entregar los dibujos y boletines técnicos (con especificaciones) de todos los equipos, incluyendo los dibujos y datos de cimentaciones y /o bases de los mismos.

### **3.6.2 Tuberías**

Las tuberías tendrán una sección recta adecuada para alojar los conductores, de acuerdo con lo establecido en la NOM-001-SEDE-2005 tabla 10-1, esto es:

- Para un conductor se permite utilizar hasta 53% de la sección recta.

- Para dos conductores el 31%
- Para más de dos conductores el 40% mínimo (incluyendo la sección del cobre y del aislamiento). Las tuberías deberán ir separadas de otras instalaciones para evitar daños que pudieran sufrir en caso de fallas.
- Las curvas de 90° en tubos, se harán con herramientas apropiadas para evitar las disminuciones de las secciones rectas y los radios interiores de dichas curvas deberán estar de acuerdo con el diámetro de las tuberías en la tabla 3.8 de la NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones Eléctricas (utilización) 346-10:

**Tabla 3.8 diámetro de las tuberías**

| Tamaño nominal de la Tubería (mm) | Con herramientas de doblar de un solo golpe o de zapata plena (mm) | Otros dobleces (mm) |
|-----------------------------------|--|---------------------|
| 16 (½")                           | 102  | 102                 |
| 21 (¾")                           | 114  | 127                 |
| 27 (1")                           | 146  | 152                 |
| 35 (1¼")                          | 184  | 203                 |
| 41 (1½")                          | 210  | 254                 |
| 53 (2")                           | 241  | 305                 |
| 63 (2½")                          | 267  | 381                 |
| 78 (3")                           | 330  | 457                 |
| 103 (4")                          | 406  | 610                 |
| 129 (5")                          | 610  | 762                 |
| 155 (6")                          | 762  | 914                 |

- Las curvas de 90° serán con codos de línea del fabricante.
- Las tuberías con más de 20 metros de longitud en un diámetro menor de 27 mm, deberán tener una caja de registro cada 20 m, y en ningún caso aceptara más de tres curvas en ángulo recto (90°) o varios dobleces equivalentes.
- Las tuberías conduit deberán conservarse limpias.
- Las tuberías se acoplaran a las cajas de registro y salidas de interruptores, por medio de sus conectores especiales y contratueras; invariablemente todas

- las tuberías y conectores deberán tener un monitor para proteger el aislamiento de los conductores.
- Las tuberías que se instalen en forma ahogada en losas y/o pisos, deberán fijarse firmemente a las cimbras junto con sus cajas, después de que se haya colocado el armado.
- Las tuberías colocadas deberán taponarse en sus extremos y salidas para evitar la introducción de cuerpos extraños, evitando dificulten o impidan el alambrado.
- Ninguna tubería podrá sujetarse a otras tuberías eléctricas o no eléctricas (agua, ductos de aire acondicionado, etc.) ni de estructura de plafones falsos. Tampoco se podrán instalar usando amarres de alambre o soportes de madera.
- La tubería a instalar debe ser Pared Delgada Galvanizada (PDG) por piso, muros, plafón y estructura.
- Las tuberías deberán soportarse a no más 0.91 m de los registros de conexiones y los soportes intermedios espaciados a un máximo de 1.50 m. Artículos 345 y 348 de la NOM.
- La soportería deberá protegerse contra corrosión, de acuerdo con el artículo 300-6 de la NOM. Se permite la instalación en soporte tipo charola para cables tubo conduit metálico, artículo 318-3.
- Para cruce de juntas constructivas utilizar tubo flexible del tipo Liquid-Tight<sup>1</sup>.
- Se deberá instalar la soportería apropiada como mínimo cada 1.50m en cualquier dirección y trayecto de tuberías.

---

<sup>1</sup> Conduto flexible hermético a los líquidos (UL Liquid Tight Conduto flexible de acero) es aprobado por el laboratorio UL UL 360 estándar (Cert. N ° E318661) para garantizar la conformidad con los requisitos de seguridad de los productos electrónicos. La UL tubo de serie aparece puede utilizar individualmente o ensamblados a un mazo de cables. El material de recubrimiento exterior es con características de resistencia resistente al aceite y UV. El color de la capa externa es opcional para el negro o gris.  
[http://conduit.flexibletube.com/en/2\\_2333\\_55410/product/Liquid\\_Tight\\_Flexible\\_Conduit\\_id311830.html](http://conduit.flexibletube.com/en/2_2333_55410/product/Liquid_Tight_Flexible_Conduit_id311830.html)

### **3.6.3 Caja de Conexiones**

Todas las cajas deberán fijarse a la construcción y ninguna podrá sujetarse exclusivamente por medio de las tuberías o ductos que se amarran a ellas.

Deberán taparse durante la construcción, para evitar la introducción de cuerpos extraños. Deberán quedar con tapas y/o placas y en ningún caso se permitirá que las cajas queden abiertas.

Deben estar puestas a tierra; la cual se realizara con una conexión entre el conductor o conductores de puesta a tierra de cualquier equipo y la caja metálica por medio de un tornillo de tierra que no tenga otro uso o de un dispositivo aprobado y listado para puesta a tierra.

El tamaño de las cajas registro debe ser suficiente para el numero y calibre de conductores, y número y tamaño de tubos que coincidan en dicho registro. Artículo 370-16 de la NOM.

### **3.6.4 Conductores**

La instalación de conductores dentro de las tuberías, solo podrá hacerse en las secciones de tuberías que están totalmente terminadas y soportadas. Los conductores deberán ser continuos de caja a caja, sin empalmes y conexiones dentro de las tuberías.

El número de conectores que pueden instalarse en una tubería, estará limitado por las NOM-001-SEDE-2005 tablas de Apéndice C, de instalaciones eléctricas en vigor.

El calibre del conductor mínimo para circuitos derivados de alumbrado será el número 12 AWG y para circuitos derivados de contactos calibre 10 AWG (a menos que se indique de forma distinta en el proyecto).

El aislamiento de los conductores deberá ser de diferente color para facilitar su identificación de acuerdo con el código de color que establece la NOM-001-SEDE-2005. Los conductores se instalarán sin cortes y conexiones en cajas intermedias, cuando no se tengan que alimentar salidas eléctricas de dichos conductores. Para que los conductores deslicen fácilmente dentro de los tubos, se recomienda el uso de compuestos especiales o talco, prohibiéndose el uso de aceite y grasas que dañan el aislamiento.

Las conexiones entre conductores se harán con conectores plásticos de media vuelta o a base de soldadura con un metal de aleación fundible, estos deberán de unirse previamente dejando al último un encintado o con conectores mecánicos de cobre, aislados con las capas necesarias para igualar la resistencia dieléctrica del aislamiento del conductor y el aislamiento plástico, cubriendo además con cinta de fricción para su protección mecánica.

Antes de proceder a hacer las conexiones, se harán las pruebas necesarias para comprobar que se han seleccionado correctamente todos los circuitos, de acuerdo con los planos de proyecto; siendo necesario para ello, instalar y conectar los interruptores derivados del tablero respectivo.

Se instalará cable de cobre suave trenzado concéntrico normal clase "B" (calibre indicado en proyecto) con aislamiento termoplástico tipo THHW-LS, 75°C (antiflama de baja emisión de humos), 600 Vca. Artículo 518-4(a) de la NOM.

A excepción del hilo de puesta a tierra que como se indica debe ser sin aislamiento.

Se instalará cable de Aluminio con armadura metálica tipo MC, aislamiento XHHW-2-LS, 75°C, antiflama y baja emisión de humos (calibre indicado en proyecto), 600 Vca. El tamaño nominal mínimo de los conductores debe ser de 13,3 mm<sup>2</sup> (6 AWG).

Se permite instalarse: expuestos u ocultos; en soportes tipo charola para cables; en cualquier canalización; en tramos abiertos; en lugares secos e instalados directamente bajo yeso, ladrillo u otro material de mampostería, excepto en lugares húmedos o mojados. Artículo 334-3, -20 y -24 de la NOM.

Los cables tipo MC deben instalarse cumpliendo las disposiciones de los Artículos 300, 710, 725 y 770-52 que les sean aplicables.

La capacidad de conducción de corriente de los cables tipo MC instalados en soporte tipo charola para cables debe calcularse de acuerdo con lo indicado en artículo 318-11.

Los cables tipo MC deben apoyarse y sujetarse a intervalos no mayores de 1.80 m en soporte tipo charola para cables, deben cumplir con lo establecido en el Artículo 318 de la NOM. Todas las curvas de los cables MC deben hacerse de manera que el cable no sufra daños. Los accesorios usados para conectar los cables tipo MC a cajas, gabinetes u otro equipo deben estar aprobados e identificados para ese uso. Artículo 334-12.

Los cables armados MC de aluminio instalados en charola, deberán estar separados mínimo el diámetro de cada conductor mayor o en su caso instalado conforme al punto 3.6.8 en el apartado instalación eléctrica en charola.

Todos los cables con armadura tipo metálica MC se deberán instalar sin empalmes en toda su trayectoria.

Los conductores de tensión eléctrica nominal hasta 600 V, de circuitos de corriente alterna pueden ocupar la misma canalización. Todos los conductores deben tener un aislamiento adecuado para la tensión eléctrica máxima nominal del circuito de cualquier conductor dentro de la canalización. Artículo 300-3.

Se garantizara la continuidad y fijación del conductor de puesta a tierra de los circuitos derivados a las cajas de acuerdo al artículo 250-114(b) de la NOM, de tal forma que cuando más de un conductor de puesta a tierra entran en una caja todos los conductores deben ser empalmados con dispositivos aprobados. Se deben identificar las terminales de los dispositivos de puesta a tierra, como lo indica el artículo 250-119 de la NOM.

El cable tierra de cada circuito de los alimentadores (MC) deberá aterrizarse directamente a la barra de tierra del tablero. Todos los conectores utilizados deberán ser bimetálicos. Para la selección de conductores deben considerarse los factores de temperatura agrupamiento caída de tensión, por corto circuito etc., el conductor neutro se considera como activo según la sección 310-15 nota 10 inciso C.

Los conductores deben cumplir con su código de colores y radios de curvatura como está establecido en el proyecto. Las tuberías que llegan a los tableros, estas no deben exceder del 40% de relleno quedando el 60% de espacio para ventilación de los cables como se indica en la tabla 10-4 de esta norma, más de dos conductores.

Los registros y gabinetes que se utilizan deben ser de tamaño suficiente para proveer espacio libre a todos los conductores dentro de él, como se indica en la tabla 3.9 de la NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones Eléctricas (utilización) 370-16b.

**Tabla 3.9 Código de colores**

| Fase   | 220/127V              | 480/277V              |
|--------|-----------------------|-----------------------|
| Fase A | Negro                 | Café                  |
| Fase B | Rojo                  | Naranja               |
| Fase C | Azul                  | Amarillo              |
| Neutro | Blanco                | Gris Claro            |
| Tierra | Desnudo O Forro Verde | Desnudo O Forro Verde |

#### **3.6.4.1 Conectores, cintas y marcadores**

- Conectores mecánicos, metálicos, fundidos para: conexiones terminales empalmes, conexiones de equipos a tierra, conexiones de cable a tubería de agua o electrodo de tierra, etc.
- Conectores de plástico con rosca metálica interior están diseñados para adaptarse a diferentes tipos de conexiones para cables y alambres sólidos y flexibles en todas sus posibles combinaciones.
- Los conectores de plástico con rosca metálica interior pueden conectar los conductores con áreas entre 0.5 m<sup>2</sup> y 8.31 mm<sup>2</sup>, que pueden ser unidos.
- Conectores de plástico con rosca interior para conexiones eléctricas para diferentes combinaciones con Norma NOM-SEDE-2005.
- Cinta de aislar plástica de 19 mm de ancho para proporcionar un aislamiento de las conexiones previamente soldada igual al aislamiento de los conductores, en cuanto a rigidez dieléctrica se refiere de la Marca. Scotch no. 33.
- Cinta de fricción, ahulada y adhesiva de 19 mm de ancho, para proporcionar protección mecánica a la cinta que brinda el aislamiento en las conexiones.
- Marcadores para identificación de circuitos y conductores en: terminales, tableros y equipos varios impresos con letras o números en un lado, y con material adhesivo en el otro.

#### **3.6.5 Tableros e Interruptores**

Todos los tableros deberán llevar la lista de los interruptores derivados con una leyenda escrita claramente y protegida con mica, identificando los circuitos derivados, conforme lo establece la NOM 001-SEDE-2005.

Todos los conductores (terminales) en los tableros e interruptores deberán quedar identificados.

En todos los interruptores y equipo de control deberá dejarse un letrero indicando el circuito y el equipo que protegen y controlan.

Todos los tableros deberán quedar balanceados eléctricamente.

- **Protección del alimentador** De acuerdo al artículo 240-6, las capacidades normalizadas para interruptores y fusibles son:
  - 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 1000, 1200, 1600, 2000, 2500, 3000, 4000, 5000 y 6000 amperes.
  - De acuerdo al artículo 240-3, los conductores deberán protegerse contra sobrecorriente de acuerdo a lo siguiente:
    - “240-3-b dispositivos con rango de 800a o menos, se permite usar el dispositivo de protección contra sobrecorriente del valor nominal inmediato superior a la capacidad de conducción de corriente de los conductores que proteja”.
    - “240-3-c. dispositivos con rango mayor a 800a, la capacidad de los conductores debe corresponder a corriente nominal normalizada del interruptor, o bien ser mayor”.
- **Accesorios para Alumbrado y receptáculos**
  - Los apagadores y receptáculos deberán protegerse con cinta de plástico y contra fricción cubriendo los puntos de conexión y puntos vivos, antes de fijarlos en las cajas respectivamente.
  - Los apagadores se instalaran a la altura de 1.2 metros sobre el piso terminado.
  - Apagadores operación silenciosa de acuerdo con los planos de proyecto y de la marca indicada en los planos. Los apagadores sencillos serán de 1 polo, 15 Amp. 127 volts.}
- **Pruebas**
  - Pruebas de rigidez dieléctrica (aislamiento). Esta prueba deberá hacerse en todos los circuitos por medio de un megger, de acuerdo con los que establecido por el fabricante y la NOM 001-SEDE-2005.

En la tabla 3.10 se dan los valores mínimos de resistencia del aislamiento, según las capacidades de conducción de los conductores, en condiciones de operación normales.

**Tabla 3.10 valores mínimos de resistencia del aislamiento**

| Capacidad de conducción (amperes) o calibre del conductor. | Resistencia del aislamiento para conductores con aislamiento para 600 Volts en Ohm. |
|--|---|
| Núm. 12 y menores  | 1.000   |
| 25 a 50 amp.   | 0.250   |
| 51 a 100 amp.  | 0.100   |
| 101 a 200 amp.   | 0.050   |
| 201 a 400 amp.   | 0.025   |

Los valores anteriores deberán medirse con todos los tableros, interruptores, dispositivos de protección contra sobre corriente, instalados y conectados en su lugar. Se deberá probar la continuidad de conexión a tierra de todos los conductores de conexión a tierra, cajas, partes metálicas de los equipos y partes metálicas de la instalación accesibles a las personas. Así como medir las resistencias a tierra y esta deberá estar dentro de los límites especificados por la NOM-001-SEDE-2005.

Todas las pruebas deberán efectuarse en presencia de la dirección de la obra y se deberán registrar por escrito todos los resultados de las mismas, será requisito indispensable para la recepción de la instalación eléctrica, la presentación de dichos resultados.

### **3.6.6 Tubo Conduit Metálico y Accesorios.**

**3.6.7 Tubo Conduit Rígido Pared Delgada.** Tubo conduit metálico rígido, de Pared Delgada, Galvanizado, del diámetro marcado en los planos de proyecto.

- **Tubo conduit no metálico.** Tubo conduit no metálico rígido de PAD. Tubo conduit, rígido de PAD (Polietileno de Alta Densidad), del diámetro marcado en los planos de proyecto.
- **Accesorios para Tubo conduit PAD.** Conectores (contras y monitores), coples o uniones, coples de dilatación y codos de 90°: hechos de PAD del diámetro de tubo y de la misma Marca.
- **Tubo conduit metálico flexible.** Tubo conduit metálico, flexible, de lámina de acero galvanizada, de uso normal, temperatura de aplicación 75° C máximos, Liquid-Tight para instalarse en juntas constructivas y conexión de equipos.
- **Accesorios para tubo conduit metálico flexible.** Conectores rectos tipo macho y hembra, conectores curvos (codo 90') y empaques de neopreno para tubo conduit metálico flexible y hermético.

### 3.6.8 Cajas y accesorios

- Cajas registró metálicas troqueladas.
- Caja cuadradas de 100 mm para tubo conduit de 13 mm de diámetro de lámina de acero rolada en frío, reforzada cal. 20, troquelado profundo de 32 mm como mínimo, con las siguientes salidas, 5 de 13mm de diámetro en fondo y 10 salidas entre los 4 lados de 13 mm; para instalaciones ocultas.
- Cajas cuadradas de 100 mm, para tubo conduit de 16 y 21 mm de diámetro de lámina de acero rolada en frío, reforzada cal. 20 troquelado profundo de 38 mm como mínimo, con las siguientes salidas, 8 para 21 mm en el fondo, 1 para 13mm y 4 para 19 mm entre los 4 lados; para instalaciones ocultas.
- Cajas rectangulares chalupas y cuadradas de lámina de acero rolada en frío, reforzada cal. 20 troquelada profundo, con salidas preparadas, para tubo conduit, para instalaciones ocultas.

### **3.6.8 Accesorios para cajas registro metálicas troqueladas**

- Tapas de lámina de acero rolada en frío, reforzada cal. 20 de la misma marca de las cajas, todas con salida para tubo conduit de 13 mm de diámetro.
- Sobretapas sencillas para cajas cuadradas de 100 mm, fabricadas en lámina de acero rolada en frío, reforzada, cal. 20 troqueladas para instalaciones ocultas de la misma marca de las cajas, según el diámetro indicado.
- Cajas registro metálicas especiales (en caso de necesitarse)
- Cajas metálicas especiales, serán de lámina negra de acero rolada en frío, cal. 20 de dimensiones necesarias según el número de tuberías que rematen indicado en planos de proyecto y/o adecuadas a los ductos conductores y conexiones, que cumplan con normas: tapa atornillada por tornillos cadminizados, terminadas en esmalte color gris anticorrosivo, secado al horno.
- Cajas registró metálicas fundidas. Cajas condulet, metálicas, de fundición de aluminio libre de cobre con recubrimiento de resina las series: ovalada, FS (rectangular) completas con tapas metálicas de fundición y empaques de neopreno, de la marca Crouse Hinds, Domex, o equivalente

### **3.6.9 Tableros de alumbrado, receptáculos, fuerza y distribución**

Tableros de distribución de la energía eléctrica general, estarán trabajando a una tensión de 480/277 V, 3 Fases, 4 hilos, 60 Hz. en gabinetes autosoportados o de sobreponer tipo, además contarán con interruptores termomagnéticos, con interruptor principal o zapatas principales según se indique, de la marca Square D, de las características indicadas en los planos del proyecto y catálogo de conceptos.

Los tableros subgenerales y derivados se instalarán de acuerdo a lo especificado en el proyecto.

Como puntos principales se tienen:

- Revisar que la capacidad de las barras fases, tablillas del neutro y tierra sea la especificada.
- Que la capacidad nominal de los interruptores termomagnéticos derivados sea la indicada, así como su capacidad interruptiva.
- Que el gabinete esté debidamente aterrizado.
- Que los conductores cumplan con su código de colores espacios de trabajo y radios de curvatura como está establecido en el proyecto.
- Todos los tableros subgenerales, derivados e interruptores termomagnéticos deben estar debidamente identificados.
- No se deben realizar empalmes dentro de los tableros.

Para el cálculo de la alimentación eléctrica, protecciones y accesorios de cada equipo, se determina por medio de los siguientes artículos y tablas.

- **Artículo 430.** Circuitos de motores y sus controladores. Tabla 430-150 corriente eléctrica a plena carga. Tabla 310-16 capacidad de conducción de corriente permisible de conductores aislados.
- **Sección 430-24.** Varios motores y otras cargas.
- **Sección 430-32** motores de servicio continuo de más de 756w.
- **Interruptores y fusibles,** Interruptores de seguridad para servicio pesado y ligero con y sin portafusibles, construido en gabinete nema 1 en interiores y nema 3R para el área de exteriores, con operación manual de un tiro por medio de una palanca de navajas con protección de fusibles (cartuchos), tipo sencillo, para servicios: 3 Fases, 3 Hilos 480 VCA, 60 Hz.
- **Sistema de tierras.** La presente memoria no tiene como alcance el estudio del sistema de tierras. El calculista asignado deberá contemplar las puntas necesarias para aterrizar todos los equipos y envolventes (del presente proyecto) según lo indica el artículo 250 de la NOM.}
- **Instalación Eléctrica en Charola.** Los soportes tipo charola, se permite su uso para Cables con recubrimiento metálico y aislamiento mineral, para

tubo conduit no metálico, para cable armado tipo AC, cables con armadura metálica, cables con cubierta no metálica, cables multiconductores para alimentadores y circuitos derivados subterráneos, etc., esto según el Art. 318-3 de la NOM-001 SEDE 2005.

- Los cables para uso en soportes tipo charola deben ser aprobados para ese uso. Para utilizar este tipo de soportería en el caso de los cables monoconductores estos deben ser de 21 mm<sup>2</sup> (4 AWG) o mayor, cuando se instalen cables monoconductores de tamaño nominal de 53.5 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG) a 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG) en soportes tipo escalera, la separación de los travesaños debe ser de 23 cm, como máximo. Cuando se instalen cables monoconductores de tamaño nominal menores a 53.5 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG) y hasta 21.2 mm<sup>2</sup> (4 AWG) en soportes tipo escalera la separación de los travesaños debe ser de 16 cm como máximo.
- De acuerdo al artículo 318-6 de la NOM-001-SEDE-2005, los soportes tipo charola deben instalarse como sistemas completos, y si se realizan curvas o modificaciones, deben estar de manera que se mantenga la continuidad eléctrica del sistema. No se permite en el mismo soporte tipo charola cables de más de 600 V nominales con otros cables de 600 V o menores, a menos que estén separados por una barrera fija de material sólido compatible con el de la charola o cuando los cables de más de 600V sean tipo MC.
- En el soporte tipo charola se permite los empalmes siempre y cuando estén hechos y aislados con los métodos y accesorios aprobados. Los cables o conjunto deben fijarse firmemente y en forma segura a los travesaños de los soportes tipo charola en todos los tramos a distancias no mayores a 70 cm. El material de los amarres debe ser de forma que no afecte al aislamiento o cubierta de los cables y ser resistente a los esfuerzos dinámicos y en condiciones de falla.
- Cuando los cables monoconductores instalados en un soporte sean de (4 AWG) a (4/0 AWG), deben colocarse en una sola capa y la suma de los diámetros de los cables no debe exceder el ancho del soporte tipo

charola. Cuando los cables monoconductores son cableados entre sí (triplex o cuádruplex) o son amarrados entre sí formando conjuntos, la suma de los diámetros de los conjuntos de cables no debe exceder el ancho del soporte tipo charola y los grupos deben colocarse en una sola capa. Todo esto de acuerdo al artículo 318-9 de la NOM-001-SEDE-2005.

- De acuerdo al artículo 318-9, el número de cables multiconductores de 2 000 V nominales o menos permitidos en un soporte tipo charola para cables, no debe superar lo siguiente:
- Si todos los cables son menores de 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG), la suma de las áreas de las secciones transversales incluyendo el aislamiento de todos los cables no debe superar la superficie máxima permisible de la columna 1 en la Tabla 3.11.
- Si en el mismo soporte se instalan cables de 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG) o mayores con cables menores a 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG), la suma de las áreas de las secciones transversales incluyendo el aislamiento de todos los cables menores a 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG) no debe superar la superficie máxima permisible resultante del cálculo de la columna 2 de la Tabla 3.11 para el correspondiente ancho del soporte. Los cables de 107 mm<sup>2</sup> (4/0 AWG) y mayores se deben instalar en una sola capa y no se deben colocar otros cables sobre ellos.

**Tabla 3.11 superficie máxima permisible**

| Ancho interior de la charola en (cm)   | Columna 1 | Columna 2* |
|--|-----------|------------|
| 15   | 45        | 45-(3Sd)** |
| 21   | 68        | 68-(3Sd)   |
| 30   | 90        | 90-(3Sd)   |
| 45   | 135       | 135-(3Sd)  |
| 60   | 180       | 180-(3Sd)  |
| 75   | 225       | 225-(3Sd)  |
| 90   | 270       | 270-(3Sd)  |
| *La superficie máxima admisible de la columna 2 se debe calcular   |           |            |
| ** La expresión Sd de la columna 2 es la suma de los diámetros en cm de todos los cables multiconductores de 4/0 y mayores instalado en la misma charola con cables de menor calibre |           |            |

- **Alimentadores en Baja Tensión** Los alimentadores principales en B.T. para cada uno de los usuarios, así como para servicios propio se realizaran mediante cable armado de Aluminio, armadura metálica tipo MC, configuración 3F-4H o 3F-3H según las características de la carga; y para circuitos derivados de servicios propios serán de cobre con aislamiento THHW-LS, según se indique en proyecto.

### **3.7 Memoria de Cálculo**

Este subcapítulo es sobre la memoria de cálculo que tiene como finalidad mostrar los criterios de diseño y selección de los alimentadores principales y sus protecciones en baja tensión para cada uno de los usuarios.

#### **3.7.1 Selección del Calibre**

Para la selección adecuada del calibre de un conductor aislado de baja tensión (600 volts o menos) se consideran los siguientes factores.

- a) **Por capacidad de conducción de corriente.** Capacidad de conducción de corriente. los conductores de los circuitos derivados deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la correspondiente a la carga por servir y 125 % para cuando son cargas continuas art. 220-10 b) de NOM-001-SEDE-2005.

La capacidad de conducción de corriente para cables de aluminio aislados de baja tensión en canalización de soporte tipo charola se tomó de las tablas que indica la NOM-001-SEDE-2005 Art. 318-11 (b)(4), Tabla A-310-2 apéndice A, y Tabla 310-16 para más de 3 conductores en tubo conduit o cables directamente enterrados.

Las tablas están basadas para una temperatura ambiente de 40°C, cuando se tienen conductores al aire y 30°C para más de 3 conductores en una misma canalización o cuando se tiene una temperatura ambiente superior a 30°C en el local donde se tienen instalados los conductores. Los valores de

ampacidad de las tablas se ven afectados por factores de corrección por agrupamiento y por temperatura respectivamente. Por consiguiente se consideran como factores de reducción de ampacidad, todos aquellos factores que producen calentamiento en los conductores. Los cuales se clasifican de la siguiente manera:

- b) **Factor de corrección por agrupamiento:** Cuando más de 3 conductores son instalados en una misma canalización, tubo conduit o ducto cerrado, la ampacidad de cada conductor deberá ser reducida de acuerdo a la tabla 3.12

**Tabla 3.12 capacidad de conductores en canalización**

| Número de conductores con corriente | Factor de corrección por agrupamiento |
|-------------------------------------|---------------------------------------|
| 4 A 6                               | 0.80                                  |
| 7 A 9                               | 0.70                                  |
| 10 A 20                             | 0.50                                  |
| 21 A 30                             | 0.45                                  |
| 31 A 40                             | 0.40                                  |
| 41 A MAS                            | 0.35                                  |

- c) **Factores de corrección por temperatura ambiente superior a 30 °C.** Cuando la temperatura ambiente exceda los 30 °C, en el lugar donde se instala el conductor, su ampacidad debe ser reducida de acuerdo a los factores de corrección de las tablas de la segunda sección, tabla 310- 16 del nom-001-sede-2005.
- d) **Selección del calibre de un alimentador.** Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), establecen que en donde se tiene una operación normal en la cual la carga máxima constituye una carga continua como en el caso de un alumbrado del tipo comercial o cargas similares, la carga máxima deberá ser incrementada un 25% para el cálculo de los conductores del alimentador Art. 220-3 (a).

e) **Selección del calibre por caída de tensión.** El Art. 215 (215-2) de la norma oficial mexicana para instalaciones eléctricas, indica que la caída de tensión desde la entrada de servicio hasta el último punto de la canalización, de preferencia debe estar dentro de un 5%. Ya que se establece que los conductores para los alimentadores serán calculados con una caída de tensión no mayor de 3% para cargas de fuerza o alumbrado o una combinación de las dos, la máxima caída de tensión recomendada para combinaciones de alimentadores y circuitos derivados de preferencia en un 5% global máximo.

Por consiguiente una vez que se ha seleccionado un conductor por ampacidad se debe verificar su calibre por caída de tensión.

f) **Cálculo de la caída de tensión** Para el cálculo de la caída de tensión de un conductor de Aluminio se aplica la siguiente fórmula por impedancia:

Para un sistema de 3 fases – 4 hilos.

$$e\% = \sqrt{\frac{3 \times 100 \times L \cdot I_n (\text{R} \cos \phi + \text{X} \sin \phi)}{V_{f-f}}}$$

Donde

- R = Resistencia del conductor en ohm/km
- X = Reactancia del conductor en ohm/km
- $\phi$  = Angulo de factor potencia
- e% = Caída de tensión expresada en %
- L = Longitud en metros del conductor
- $I_n$  = Corriente nominal del circuito

La caída de tensión global desde el medio de desconexión principal hasta cualquier salida de la instalación, sea alumbrado fuerza, calefacción etc. no debe exceder del 5%, la caída de tensión se debe distribuir razonablemente en el circuito derivado y en el circuito alimentador,

procurando que en cualquiera de ellos la caída de tensión, no sea mayor del 3%.

**Calibres mínimos permisibles (recomendados).**

|            |                          |
|------------|--------------------------|
| Alumbrado: | calibre 12 AWG a 8 AWG   |
| Contactos: | calibre 10 AWG           |
| Fuerza:    | calibre 10 AWG a 500 kCM |

g) Selección del conductor por ampacidad. Para seleccionar el conductor de un circuito de alumbrado y/o contactos se procede de la siguiente manera: Con el valor de la carga y el voltaje de operación se calcula la corriente nominal en amperes (In). Enseguida se aplican los siguientes factores:

- Factor de agrupamiento.
- Factor de temperatura.

Una vez aplicado estos factores, se obtiene la "corriente corregida" (Ic), con la cual buscado en tablas (y según corresponda el tipo de canalización) se selecciona el calibre que habrá de instalarse de acuerdo a la capacidad en amperes.

### 3.7.2 Ecuaciones de Cálculo

#### 3.7.2.1 Cálculos de corriente

a) Para circuitos monofásicos (conociendo los Watts).

$$I_n = \frac{\text{Watts}}{(V_f - n) \times f.p}$$

b) Para circuitos trifásicos (conociendo los WATTS)

$$I_n = \frac{\text{Watts}}{(V_f - f) \times \sqrt{3} \times f.p}$$

### 3.7.2.2 Calculo de caída de tensión (por resistencia)

a) Para circuitos monofásicos.

$$e\% = \frac{4 \times L \times i_n}{(V_{f-f}) \times st}$$

b) Para circuitos trifásicos a ( 4 hilos )

$$e\% = \frac{2 \times \sqrt{3} \times L \times i_n}{(V_{f-f}) \times st}$$

### 3.7.2.3 Calculo de caída de tensión (por impedancia)

a) Para circuitos monofásicos.

$$e\% = \frac{2 \times l \times i_n \times (r \cos \phi + x \sin \phi)}{(V_{f-n})} \times 100$$

b) Para circuitos trifásicos a ( 4 hilos )

$$e\% = \frac{\sqrt{3} \times l \times i_n \times (r \cos \phi + x \sin \phi)}{V_{f-f}} \times 100$$

Donde

|                  |  |
|------------------|--|
| Watts            | potencia en Watts.                                   |
| V <sub>f-n</sub> | voltaje de fase a neutro (277 ó 127 volts)           |
| V <sub>f-f</sub> | voltaje entre fases (480 o 220 volts)                |
| f.p.             | factor de potencia, considerado 0.9                  |
| I <sub>n</sub>   | corriente nominal en amperes                         |
| l                | longitud del conductor en metros                     |
| st               | sección transversal del conductor en mm <sup>2</sup> |

|    |                                      |
|----|--------------------------------------|
| e% | porcentaje de caída de tensión.      |
| r  | resistencia de conductor en ohm/ km  |
| x  | reactancia del conductor en ohm/ km. |
| Ø  | ángulo del factor de potencia.       |

### 3.8 Metodología cálculo tipo: Sistema de Protección contra incendio (PCI)

Equipo localizado en Cuarto de Máquinas Sótano 1 y alimentado de barras lado secundario (480/277V) del transformador "E01", localizado en cuarto eléctrico 1de sótano 1.

**Tabla 3.13 Equipo localizado en Cuarto de Máquinas Sótano 1**

| Carga Instalada (especificación equipo) | 40           | HP |
|---|--------------|----|
| Letra de código para rotor bloqueado    | G (5.606.29) |    |
| Tensión de operación                    | 480          | V  |
| Factor de Demanda                       | 100          | %  |
| Factor de potencia                      | 0.90         |    |
| Factor de Agrupación, F.A.              | 1.00         |    |
| Factor Temperatura, F.T. (30°C)         | 1.00         |    |
| Longitud, L                             | 100.00       | m  |
| Sistema:                                | 3F-3H        |    |

#### Artículos de aplicación de la Norma Oficial Mexicanas (NOM)

- Artículo 695. Bombas contra incendio.
- Tabla 430-150 corriente eléctrica a plena carga.
- Tabla 430-7(b) letras de código a rotor bloqueado.
- Tabla 310-16 capacidad de conducción de corriente permisible de conductores aislados en canalización cerrada.

1.- Obteniendo la In de la tabla: 430-150: In = 52.00 A

Obteniendo kVA's por HP's a rotor bloqueado, tabla 430-7(b):

$$KVA=6.29*40=251.60 \text{ kVA}$$

**2.- Obteniendo la corriente a rotor bloqueado:**

$$I_b = 251.60 / (0.48 * \text{raíz}(3)) = 302.62 \text{ A}$$

**3.- Selección de la protección:**

$$I_p = 1.25 * 52.00 = 65.00 \text{ A}$$

De esta manera se obtiene una protección de 3P-100 A de tipo magnético con ajuste de 300<sup>a</sup>.

**4.- Selección del Conductor para una carga de 300 A, Tabla 310-16 a 75°C:**

1 MC de Aluminio – 500 kCM (253.35 mm<sup>2</sup>, 1 conductores x fase), 310 A (XHHW).

**5.- Justificando el conductor por corrección de corriente:**

$$I_{cc} = 302.62 / (1.00 * 1.00) = 302.62 \text{ A}, 302.62 \text{ A} < 310 \text{ A},$$

Por lo tanto Cumple

**6.- Caída de tensión:**

- Impedancia 1 conductores calibre 500 kCM (Al):  $0.202 / 1 = 0.202 \text{ } \Omega/\text{m}$
- $e\% = \text{raíz}(3) * 100 * 52.00 * 0.202 / (480 * 10) = 0.38 \%$
- Conductor seleccionado: Cal. 253.35 mm<sup>2</sup> (500 kCM), 1xFase (Tabla 310- 16 a 75 °C)
- Conductor de Puesta a Tierra: Cal. 42.4 mm<sup>2</sup> (1 AWG), (Tabla 250-95)
- Conductor comercial, con armadura metálica tipo MC, aislamiento XHHW-2-LS, 75°C, antinflama y baja emisión de humos, tres conductores con tierra física calibre:
- 1-MC, 3-253.35 mm<sup>2</sup>, 1-42.4 mm<sup>2</sup> T (3-500 kCM + 1-1 AWG T)

Del modo como se realizó el cálculo para determinar el dispositivo de protección y el alimentador para el equipo de PCI, se hizo lo mismo para los locales: Comerciales, Fast Food y Sub Anclas, alimentadores a Oficinas y Servicios Propios, presentándose en las siguientes “Tablas Resumen” los resultados obtenidos.





Tabla 3.15 Aire acond. Emergencia "TAAE2"

| TAB: AIRE ACOND. EMERGENCIA "TAAE2"  |                | POTENCIA INSTALADA |        |                 |      |                           |       |                   |                  |              |                                  | F. Dem. = Potencia Demandada |                             |                  |       |                  |           |               |        |               |       |                   |  |               |  |
|--------------------------------------|----------------|--------------------|--------|-----------------|------|---------------------------|-------|-------------------|------------------|--------------|----------------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------|-------|------------------|-----------|---------------|--------|---------------|-------|-------------------|--|---------------|--|
| OBRA: GIGANTE INTERLOMAS             |                | CAT: NF184L12      |        | ALUMBRADO= 0 VA |      | CONTACTOS= 0 VA           |       | MOTORES= 7,982 VA |                  | VARIAS= 0 VA |                                  | TOTALES= 7,982 VA            |                             | TOTALES= 7,184 W |       | TOTALES= 8,108 W |           | TOTALES= 0 VA |        | TOTALES= 0 VA |       | TOTALES= 6,785 VA |  | TOTALES= 0 VA |  |
| UBICACION: HUIXQUILUCAN, EDO. MEXICO |                | 480 VOLTS 3 FASES  |        | 4 HILOS 60 Hz   |      | INT. PPAL DERIVADO 3P-50A |       | = 9.60 A          |                  | = 8.16 A     |                                  |                              |                             |                  |       |                  |           |               |        |               |       |                   |  |               |  |
| W                                    | CLAVE          | 3,592              | 3,592  | POT             | VOLT | FASES                     | HILOS | CORR.             | COND. DE INSTAL. |              |                                  |                              | TEMPERATURA OPERACION [ C ] |                  |       |                  | CONDUCTOR |               |        |               |       |                   |  |               |  |
|                                      |                | VPE-01             | VPE-02 |                 |      |                           |       |                   | LONGITUD         |              | CONDUCTORES EN TUBERIA / TUBERIA |                              | FACTORES                    |                  | TEMP. |                  | CALIBRE   |               | CONFIG |               |       |                   |  |               |  |
| SIMBOLO                              |                |                    |        | INST.           | V    | #                         | #     | I                 | L1               | Lcc          | L1                               | Lcc                          | AGrupamien                  | TEMP.            | AMP.  | L1               | Lcc       | L1            | Lcc    | Tierra        | HILOS | Por Fase          |  |               |  |
| FASES                                | POTENCIA NOM.  | 3HP                | 3HP    | VA              | VOLT | FASES                     | HILOS | AMP.              | M                | M            | L1                               | Lcc                          | AGrupamien                  | TEMP.            | AMP.  | L1               | Lcc       | L1            | Lcc    | Tierra        | HILOS | Por Fase          |  |               |  |
| A B C                                | ESPACIO        | 3,991              | 3,991  |                 |      |                           |       |                   | (##)             | (##)         | (##)                             | (##)                         | L1                          | Lcc              |       |                  |           |               |        |               |       |                   |  |               |  |
| *                                    | TAAE2-9        |                    |        | 0               | 0    | 0                         | 0     | 0.00              |                  |              |                                  |                              | 0.00                        | 0.00             | 0.00  | 0.00             | 0.00      | 0             | 0      | 0             |       |                   |  |               |  |
| *                                    | TAAE2-11       |                    |        | 0               | 0    | 0                         | 0     | 0.00              |                  |              |                                  |                              | 0.00                        | 0.00             | 0.00  | 0.00             | 0.00      | 0             | 0      | 0             |       |                   |  |               |  |
| *                                    | TAAE2-13       |                    |        | 0               | 0    | 0                         | 0     | 0.00              |                  |              |                                  |                              | 0.00                        | 0.00             | 0.00  | 0.00             | 0.00      | 0             | 0      | 0             |       |                   |  |               |  |
| *                                    | TAAE2-15       |                    |        | 0               | 0    | 0                         | 0     | 0.00              |                  |              |                                  |                              | 0.00                        | 0.00             | 0.00  | 0.00             | 0.00      | 0             | 0      | 0             |       |                   |  |               |  |
| *                                    | TAAE2-17       |                    |        | 0               | 0    | 0                         | 0     | 0.00              |                  |              |                                  |                              | 0.00                        | 0.00             | 0.00  | 0.00             | 0.00      | 0             | 0      | 0             |       |                   |  |               |  |
| * * *                                | TAAE2-2,4,6    |                    | 1      | 3,991           | 480  | 3                         | 3     | 4.80              | 28               |              | 6                                |                              | 0.80                        | 1.00             | 1.00  | 6.00             | 0.00      | 10 AWG        | 0      | 12 AWG        | 1     |                   |  |               |  |
| *                                    | TAAE2-8        |                    |        | 0               | 0    | 0                         | 0     | 0.00              |                  |              |                                  |                              | 0.00                        | 0.00             | 0.00  | 0.00             | 0.00      | 0             | 0      | 0             |       |                   |  |               |  |
| *                                    | TAAE2-10       |                    |        | 0               | 0    | 0                         | 0     | 0.00              |                  |              |                                  |                              | 0.00                        | 0.00             | 0.00  | 0.00             | 0.00      | 0             | 0      | 0             |       |                   |  |               |  |
| *                                    | TAAE2-12       |                    |        | 0               | 0    | 0                         | 0     | 0.00              |                  |              |                                  |                              | 0.00                        | 0.00             | 0.00  | 0.00             | 0.00      | 0             | 0      | 0             |       |                   |  |               |  |
| *                                    | TAAE2-14,16,18 |                    |        | 0               | 0    | 0                         | 0     | 0.00              |                  |              |                                  |                              | 0.00                        | 0.00             | 0.00  | 0.00             | 0.00      | 0             | 0      | 0             |       |                   |  |               |  |
|                                      | Unid.          | 1                  | 1      |                 |      |                           |       |                   |                  |              |                                  |                              |                             |                  |       |                  |           |               |        |               |       |                   |  |               |  |
|                                      | Watts          | 3592               | 3592   | 7,184           |      |                           |       |                   |                  |              |                                  |                              |                             |                  |       |                  |           |               |        |               |       |                   |  |               |  |
|                                      | VA             | 3991               | 3991   | 7,982           |      |                           |       |                   |                  |              |                                  |                              |                             |                  |       |                  |           |               |        |               |       |                   |  |               |  |
|                                      |                | M                  | M      | ED: 55-03       |      |                           | 3     |                   |                  |              |                                  |                              |                             |                  |       |                  |           |               |        |               |       |                   |  |               |  |



## Conclusiones

Las instalaciones eléctricas forman parte esencial en nuestras vidas, constantemente estamos observando y colaborando en su funcionamiento. La instalación eléctrica es el conjunto de elementos que permiten transportar y distribuir la energía eléctrica desde el punto de suministro hasta los equipos que la utilizan, los elementos que constituyen una instalación eléctrica son; la acometida, el equipo de medición, interruptores, derivándose el interruptor general, interruptor derivado, interruptor termo magnético, el arrancador, el transformador, tableros, tablero general, centro de control de motores, tableros de distribución o derivados, motores y equipos accionados por motores, estaciones o puntos de control, salidas para alumbrado y contactos, plantas de emergencias, tierra o neutro en una instalación eléctrica, interconexión.

El buen funcionamiento de una instalación eléctrica depende del cumplimiento de las normas y reglamentos que incluyen los conductores e aisladores los cuales integran las canalizaciones eléctricas para tener una óptima protección y no permitir un mal funcionamiento. Los circuitos derivados son igual de importantes para la distribución de energía después de las canalizaciones, así como su aplicación en los motores.

Desde el punto de vista de la seguridad, en el laboratorio deben considerarse también los aspectos relacionados con las instalaciones. Se tiene en cuenta los aspectos relacionados con el propio diseño del laboratorio y las instalaciones propias de los mismos como son: instalaciones de gas, agua, aire comprimido, de vacío, electricidad, ventilación, etc.

En cuánto a la selección del calibre el criterio se toma en base primeramente al mayor número de conductores por fase, en segundo lugar se verifica el calibre obtenido en cada método y finalmente la caída de tensión más crítica. Para este caso se observa que el conductor obtenido por ampacidad cumple con los

requerimientos establecidos de caída de tensión, por lo tanto, el conductor finalmente seleccionado será monoconductor calibre 1/0 AWG.

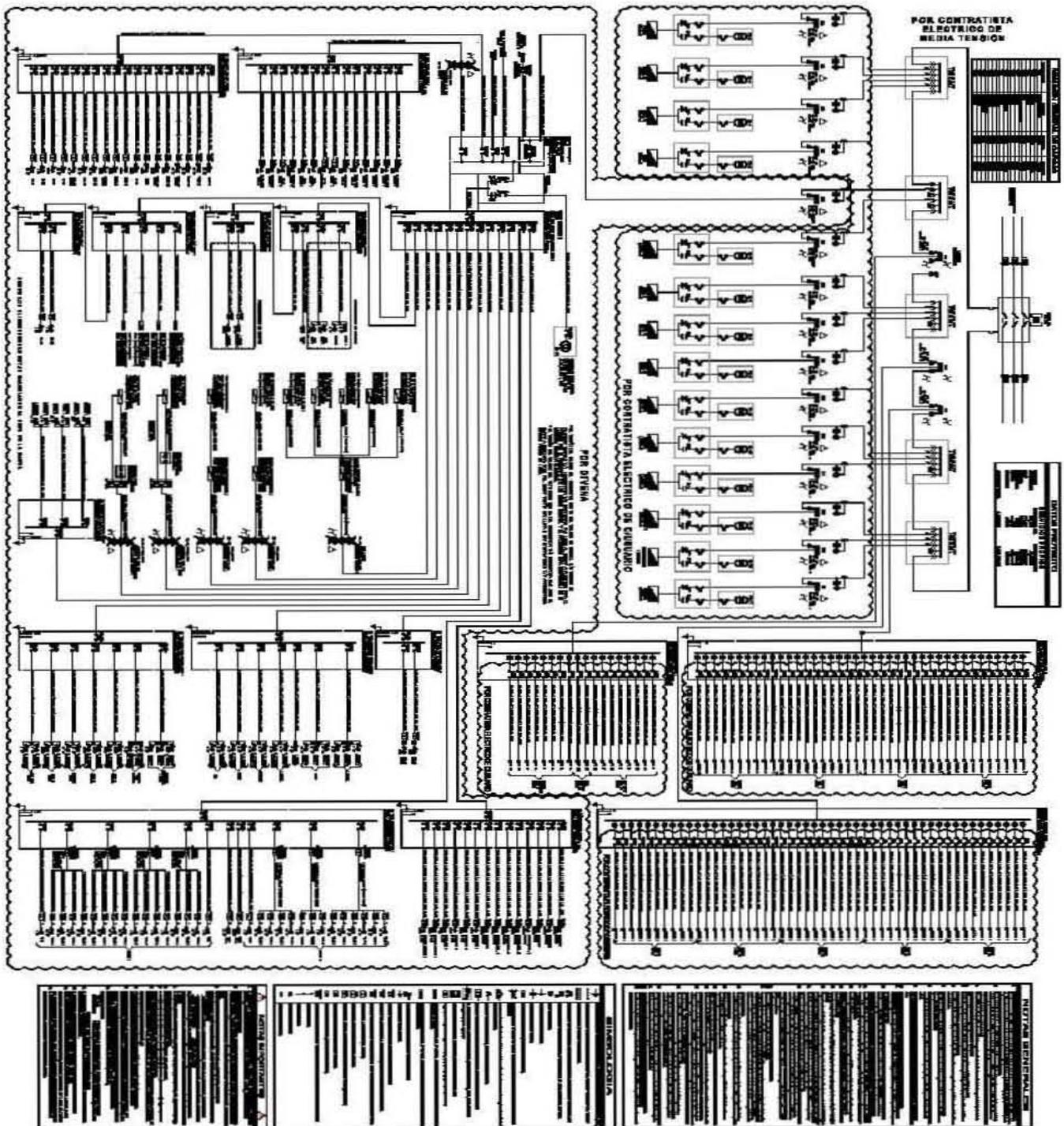
Otra ventaja que añade técnicamente al tener una malla mejor distribuida y uniforme para controlar las tensiones de paso y contacto en el momento de falla por sobrecorriente.

Para el análisis, desarrollo y ejecución de un proyecto eléctrico así como el desarrollo de una obra de instalación eléctrica, es fundamental optimizar materiales, mano de obra, costos y su funcionalidad. Este último punto es de suma importancia ya que una mala planeación puede repercutir en la operación y en el costo de la obra eléctrica, sin embargo podemos tomar a consideración los siguientes factores que nos ayudaran a mejorarlo.

- La carga instalada en Kw., la cual depende de un buen diseño de alumbrado, contactos, fuerza motriz, aire acondicionado etc.
- El desarrollo de los cálculos tomando como base todos los artículos de la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-1999 y 2005 y el criterio tomado para la operación de los equipos (lámparas, motores, computadoras etc.).
- La selección de los materiales, así como la compra de los mismos, dado que una mala selección de equipos y materiales puede ocasionar fallas en la operación del sistema o en su defecto puede encarecer el proyecto.
- Desarrollar un buen análisis de precios unitarios donde se involucre el costo de materiales, mano de obra, utilidad, indirectos, indirectos de equipo y herramienta etc.
- Podemos determinar que los puntos mencionados anteriormente son fundamentales para una buena planeación y ejecución de un proyecto de una tienda departamental.

Anexo

Diagrama unifilar:



## Glosario

**ABSORCIÓN.-** Es la particularidad que tienen los materiales de transformar parcial o totalmente la energía luminosa que incide sobre ellos en otra forma de energía.

**ACOMODACIÓN.-** Proceso por el cual el ojo cambia de foco, al variar la distancia del objeto observado.

**ADAPTACIÓN.-** Proceso mediante cual el sistema visual se acostumbra a una menor o mayor cantidad de luz, o a la luz de color diferente. Ello resulta en un cambio de la sensibilidad del ojo a la luz.

**ÁNGSTROM.-** Unidad de longitud de onda =  $10^{-10}$  m.

**BALASTRO.-** Dispositivo electromagnético o electrónico usado para opera lámparas eléctricas de descarga. Sirve para proporcionar a estas las condiciones de operación necesarias como son: tensión, corriente y forma de onda.

**FACTOR DE BALASTRO.-** Relación de flujo luminoso emitido por una lámpara la cual es operada por un balastro convencional entre el flujo luminoso emitido por la misma lámpara cuando esta es operada por un balastro patrón.

**BRILLANTEZ O LUMINANCIA**  $\{ L = \text{cd/m}^2, (\text{NIT}); L = \text{cd/ pie}^2(\text{ fl.})$  - Es la relación entre la intensidad luminosa (I) en cierta dirección y la superficie, vista por un observador en la misma dirección.

**CANDELA.-** Unida de intensidad luminosa igual a un lumen por steradian ( $\text{lm / sr}$ ) se define como la intensidad luminosa, en una dirección dada, de una fuente luminosa que emite radiación monocromática ( $540 \times 10^{12} \text{ Hz} = 555 \text{ nm}$ ) y de la cual, la intensidad radiante en esa dirección es de  $1/683 \text{ watts/steradian}$ . Hasta 1948 se le llamo bujía.

**CAVIDAD DE CUARTO.-** Es la cavidad formada por el plano de luminarias y el plano de trabajo.

**CAVIDAD DE PISO.-** Es la cavidad formada por le plano de trabajo y el piso.

**CAVIDAD DE TECHO.-** Es la cavidad formada por el techo y el plano de luminaria.

**COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN.-** Relación entre el flujo luminoso (lúmenes) emitidos por una luminaria que incide sobre el plano de trabajo y el flujo luminoso emitido por las lámparas solas de la luminaria.

**COMPONENTE INDIRECTA.-** Porción de flujo luminoso que llega al plano de trabajo después de ser reflejado por las superficies del cuarto.

**CURVAS DE DISTRIBUCIÓN.-** Es la representación grafica del comportamiento de la potencia luminosa emitida por una luminaria. Se presenta en coordenadas polares y los valores están dados en candelas.

**CURVAS ISOCANDELAS.-** Es la mejor representación de las variaciones luminosas de un haz irregular. Las curvas representadas unen puntos de igual potencia luminosa y estos son el resultado de un gran número de lecturas de intensidad luminosa en diferentes puntos.

**CURVAS ISOFOOTCANDLE O ISOPIE-CANDELA.-** Es un conjunto de curvas que unen puntos de igual nivel de iluminación (en pie-candelas) sobre un plano de trabajo.

**CURVAS ISOLUX.-** Es un conjunto de curvas que unen puntos de igual nivel de iluminación (luxes) sobre un plano de trabajo.

**DEPRECIACIÓN DE LUMENES DE LA LÁMPARA LLD.-** Es la pérdida de la emisión luminosa (lúmenes), emitida por la lámpara debido al uso normal de operación.

**DEPRECIACION POR SUCIEDAD EN LA LUMINARIA LDD.-** La acumulación de la suciedad en las luminarias trae como consecuencia una pérdida en la emisión luminosa y por lo mismo, pérdida de iluminación en el plano de trabajo. Esta pérdida se conoce como el factor LDD.

**EFICACIA LUMINOSA (DE UNA LÁMPARA.-** Relación de flujo luminoso total emitido en lúmenes por la lámpara entre la potencia eléctrica consumida por la misma. Su unidad esta dada lúmenes / watt.

**EFICIENCIA EN UNA LUMINARIA.-** Relación de flujo luminoso emitido por una luminaria con aquel que produce desnuda, usada en su interior.

**EMERGENCIA, ILUMINACIÓN DE.-** Iluminación diseñada para proporcionar iluminación de seguridad y salvaguardar en caso de fallas de suministro normal de energía.

Se aplica en los lugares donde se encuentran gran cantidad de personas, ya sea para diversión, compras o trabajos. Dichos lugares pueden ser auditorios, cines, teatros, estadios de fútbol, de béisbol, centros comerciales, hospitales y escuelas.

El objeto de esta iluminación es de romper la oscuridad para evitar el pánico y posibles accidentes principalmente entre menores.

**EXITANCIA.-** Frecuentemente es deseado el calcular la suma de luz reflejada de las superficies del cuarto.

Muchas superficies del cuarto son de naturaleza difusa y como resultado el término correcto a usar es exitancia (M).

Exitancia (M)=iluminancia X factor de reflexión

$$M=E \times P$$

Donde:

E = iluminancia en luxes o fotocandles

P = factor de reflexión de la superficie expresada como la fracción refleja de luz incidente.

M = exitancia en luxes o fotocandles.

**EXPLOSIÓN, LUMINARIA A PRUEBA DE.-** Luminaria completamente cerrada y capaz de resistir una explosión de gas específico o vapor dentro de el y prevenir en la ignición de gases o vapores alrededor.-EL OJO HUMANO

**FLUJO LUMINOSO.-** Se llama flujo luminoso de un haz a la potencia luminosa emitida en el ángulo sólido que lo limita.

**LUMEN.-** La unidad de flujo luminoso es el lumen, o sea el flujo emitido por una lámpara cuya intensidad es de una candela (cd)

**LUX.-** Es la iluminación de una superficie que recibe un lumen por metro cuadrado.

Idea de lux y de lumen

$$1 \text{ cd} \times 1 \text{ m} = \text{lum}$$

$$1 \text{ lux} \times 1 \text{ m}^2 = 1 \text{ lumen}$$

$$1 \text{ fot} = 10,000 \text{ lux}$$

$$1 \text{ lux} = 1 \text{ lumen} / 1 \text{ m}^2$$

**Ley de la iluminación (Ley fundamental de la fotometría).**

La iluminación es directamente proporcional a la intensidad de la lámpara e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia de la lámpara a la superficie.

$$A = \frac{I}{d^2} = 1 \text{ lux} = \frac{1 \text{ candela}}{1 \text{ m}^2}$$

**Unidades fotométricas**

| MAGNITUD           | DEFINICION  | UNIDAD                            |
|--------------------|---|-----------------------------------|
| <b>INTENSIDAD</b>  | Cantidad de luz emitida por s y por unidad de ángulo sólido | CANDELA                           |
| <b>FLUJO</b>       | Cantidad de luz emitida por s                               | LUMEN                             |
| <b>BRILLO</b>      | Cantidad de luz emitida por s y por unidad de superficie    | STILB = candela / cm <sup>2</sup> |
| <b>ILUMINACION</b> | Cantidad de luz que recibe por s y por unidad de superficie |                                   |

## Bibliografía

1. NOM-001-SEDE-2005 "Norma Oficial Mexicana, Instalaciones Eléctricas (Utilización)"
2. NOM-025-STPS-2005 "Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo"
3. NOM-022-STPS-2005 "Electricidad Estática en los Centro de Trabajo".
4. IEEE INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERS
5. NEMA NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION
6. NEMA MG1-93 "Motors and Generators"
7. NEMA ICS-1-93 "Industrial Control and Systems; General Requirements"
8. NFPA NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION NFPA 497-97 "Clasificación de líquidos inflamables, Gases o vapores y de los lugares (clasificados) peligrosos para instalaciones eléctricas en áreas de procesos químicos.

## Referencias electrónicas

<http://www.instalacion-electrica.com/instalaciones-electricacomerciales.html>

<http://www.arqhys.com/casas/objetivos-instalacion-electrica.html>

<http://www.ventasmontacargasusados.com/telehandlers.htm>

