



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**"PROYECTO ELECTRICO DE UN  
EDIFICIO COMERCIAL"**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**P R E S E N T A N**

**AMANDO PEREZ MEDRANO  
JORGE CABELLO SANTAMARIA  
JOSE JAVIER CALDERON MANZANO  
RAUL SALINAS RODRIGUEZ  
RICARDO CERVANTES PEREZ**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**M. en I. LAURO SANTIAGO CRUZ**



**MEXICO, D. F.**

**JUNIO 2000**

280676  
949082



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.

# ÍNDICE

Páginas

## SINOPSIS PRÓLOGO

<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN</b>	1
Introducción	1
<b>CAPÍTULO 2. GENERALIDADES</b>	3
2.1. Sistema de distribución en edificios.	3
2.2. Bases y planeación del proyecto.	10
2.2.1. Normas.	11
2.2.2. Voltajes de operación.	11
2.2.3. Diagrama unifilar.	12
2.2.4. Sistemas de distribución de fuerza y control.	15
2.2.5. Subestación principal.	16
2.2.6. Sistema de distribución de alumbrado.	17
2.2.7. Sistema de emergencia.	20
2.2.8. Sistema de tierras.	21
2.2.9. Sistema de pararrayos.	24
2.2.10. Factor de potencia.	25
2.2.11. Tarifas.	26
<b>CAPÍTULO 3. DESARROLLO TÉCNICO</b>	28
3.1. Cálculo de iluminación.	29
3.2. Cálculo de fuerza.	49
3.2.1. Determinación del conductor por corriente.	50
3.2.2. Determinación del conductor por caída de tensión.	53
3.2.3. Ejemplo representativo.	55
3.3. Capacidad de la subestación.	77
3.4. Sistema de emergencia.	85
3.5. Cálculo de corto circuito.	86
3.6. Cálculo de sistema de tierras.	101
3.6.1. Cálculo del calibre de la malla.	102
3.6.2. Malla de la red de tierras del edificio.	104
3.6.3. Justificación de la longitud de cable a enterrar de la red de tierras.	105
3.7. Sistema de pararrayos.	107
<b>CAPÍTULO 4. PLANEACIÓN ECONÓMICA</b>	118
4.1. Especificaciones generales para ejecución de los trabajos de instalación eléctrica.	118
4.1.1. Obligaciones del contratista.	119
4.1.2. Calidad de los materiales.	121
4.1.3. Planos.	126
4.1.4. Manual de operación y conservación.	127
4.1.5. Garantía.	127
4.1.6. Actas de entrega.	128
4.2. Lista de planos.	128

	<b>Páginas</b>
4.3. Lista de materiales y equipo.	129
4.4. Especificaciones de equipo.	148
4.5. Presupuesto.	158
<b>CAPÍTULO 5. LIBERACIÓN INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA</b>	<b>176</b>
5.1. Liberación.	176
5.2. Instalación y puesta en marcha.	177
5.2.1 Coordinación y planeación.	177
5.3. Entrega de obra y puesta en marcha.	181
<b>CAPÍTULO 6. RESULTADOS Y CONCLUSIONES</b>	<b>182</b>
6.1. Resultados.	182
6.2. Conclusiones.	183
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>185</b>
<b>APÉNDICES</b>	
Apéndice – A Lista de materiales y costo	A-1
Apéndice – B Tableros	B-1
Apéndice – C Planos	C-1
Apéndice – D Tarifas y terminología	D-1

## Tabla de Tablas

Núm.	Concepto	Páginas
2.1.	Clasificación de carga en base a la localización geográfica.	6
2.2.	Niveles de iluminación.	18
2.3.	Tipos de luminarias recomendadas.	19
2.4	Calibre de conductores para sistema de tierras.	23
2.5	Tarifas.	26
3.1.	Reflectancias de diferentes acabados.	37
3.2.	Factor de mantenimiento.	39
3.3.	Lámparas eléctricas.	40
3.4.	Categorías de mantenimiento.	44
3.5.	Porcentajes de reflectancias efectivas techo o piso para varias combinaciones.	45
3.6.	Coeficiente de utilización de diferentes luminarias.	47
3.7.	Fórmulas de corriente nominal.	51
3.8.	Corriente a plena carga de motores de corriente directa.	59
3.9.	Corriente a plena carga de motores monofásicos de corriente alterna.	60
3.10.	Corriente a plena carga de motores trifásicos de corriente alterna.	61
3.11.	Factores de corrección por temperatura.	62
3.12.	Factores de corrección por agrupamiento.	62
3.13.	Factores de corrección por agrupamiento de tubos conduit aéreos.	63
3.14.	Factores de corrección por agrupamiento de tuberías en el ducto.	63
3.15.	Factores de corrección por agrupamiento en charolas.	64
3.16.	Factores de corrección de la resistencia por la temperatura del conductor.	66
3.17.	Porcentajes para la selección de conductores a motores que no operen en servicio continuo.	66
3.18.	Valores de resistencia, reactancia e impedancia para conductores de cobre de 600 V en tubo conduit magnético, en ohms/km.	67
3.19.	Capacidad de conducción de corriente de conductores aislados de 0 a 2000 V, 60° a 90° C. No más de tres conductores en un cable, en una canalización o directamente enterrados y para una temperatura de ambiente de 30° C.	68
3.20.	Temperatura ambiente en las principales ciudades de la República Mexicana.	69
3.21.	Diámetro del tubo conduit en mm.	70
3.22.	Relación de cargas para cálculo del transformador.	83
3.23.	Rango para el dispositivo contra sobre-corrientes en transformadores.	84
3.24.	Relación de cargas de emergencia.	85
3.25.	Falla trifásica.	97
3.26.	Falla de línea a línea.	98
3.27.	Falla de línea a tierra.	99
3.28.	Constantes de materiales.	103
3.29.	Conductores para pararrayos	109
4.1.	Radio interior de la curva.	121
4.2.	Rigidez dieléctrica.	125
4.3.	Materiales para alumbrado y contactos.	130
4.4.	Materiales para válvulas de volumen variable.	134

<b>Núm.</b>	<b>Concepto</b>	<b>Páginas</b>
4.5.	Materiales para alimentaciones.	134
4.6.	Materiales para las luces de obstrucción.	141
4.7.	Materiales para pararrayos.	142
4.8.	Materiales para acometida de alta tensión.	142
4.9.	Materiales para luminarias.	142
4.10.	Materiales para tableros.	143
4.11.	Materiales para interruptores.	146
4.12.	Materiales para subestación.	146
4.13.	Materiales para sistema de tierras.	147
4.14.	Materiales para soportería.	148
4.15.	Índices porcentuales en desperdicios en materiales.	161

## Tabla de figuras

<b>Núm.</b>	<b>Concepto</b>	<b>Páginas</b>
2-1.	Diferentes etapas de la utilización de la energía eléctrica	5
2-2.	Diagrama cuatrifilar trifásico	9
2-3.	Diagrama trifilar	13
2-4.	Diagrama unifilar	13
2-5.	Instalación de puntas en azotea	24
3-1.	Las tres cavidades utilizadas en el método de cavidad zonal	30
3-2.	Circuito derivado y alimentador	49
3-3.	Valor inicial de las componentes de corriente directa y alterna simétrica, para el caso de máxima simetría	89
3-4.	Oscilograma de la corriente de corto circuito producida por un generador	89
3-5.	Oscilograma mostrando el decaimiento y efecto de la componente asimétrica	90
3-6.	Voltaje y corriente asimétrica con factor de potencia igual a cero	93
3-7.	Componentes de corriente	94
3-8.	Corrientes simétricas de corto circuito de diferentes fuentes combinadas	95
3-9.	Diagrama unifilar de corto circuito	100
3-10.	Red de tierras del edificio	104
3-11.	Protección proporcionada por terminales aéreas instaladas sobre edificios o niveles altos a zonas situadas en niveles más bajos	111
3-12.	Área de protección de edificios altos	111
3-13.	Arreglo en subsuelo tepetatoso	115

# SINOPSIS

El presente trabajo describe la forma de cómo se realiza un proyecto eléctrico para un edificio de tipo comercial. En la primera parte se da una breve explicación acerca de la importancia de la aplicación de la Ingeniería Eléctrica para la adecuada instalación y funcionamiento de todo lo que encierra la infraestructura eléctrica.

En la segunda parte, nos enfocamos en las bases teóricas y técnicas fundamentales para el desarrollo y elaboración del proyecto, ya que carecer de las mismas implicaría que no se pudiera llevarse a cabo éste.

La parte más importante del trabajo, a la que consideramos el eje central, dada su importancia y repercusión para la correcta realización del proyecto, es la que definimos como desarrollo técnico. El sustento teórico de ésta se basa en el desarrollo del análisis y cálculo de: fuerza, iluminación, capacidad de la subestación, sistemas de emergencia, corto circuito, etc.

A partir del desarrollo técnico, abordamos la planeación económica. En ésta se considera el tipo de material y equipo a utilizar; así como la calidad de los mismos, con la única finalidad de tener una adecuada y eficiente planeación, que nos permitirá: la liberación, instalación y puesta en marcha del proyecto.

Finalmente se presentan las conclusiones y los resultados, acompañados por algunos comentarios, los cuales describen las dificultades que se presentaron a lo largo del proyecto.



# PRÓLOGO

El presente trabajo se origina por la inquietud que surge a partir de los problemas que enfrentamos, cuando al término de la carrera nos integramos al campo laboral en el área eléctrica, en sus diferentes ramas de aplicación. El principal problema desde nuestro muy particular punto de vista, es la falta de una adecuada formación práctica; puesto que aunque la formación teórica es la adecuada, en el aspecto práctico consideramos que no existe una relación entre ambas.

Debido a lo antes expuesto, al tomar la decisión de elaborar como tema de tesis un proyecto que contuviera en su mayor parte, todo lo referente al desarrollo de una instalación eléctrica, tanto en el aspecto teórico como en el aspecto práctico, fue fundamental para que de esta forma se logaran conjuntar ambas, ya que es obvia la carencia que se presentan, respecto a la aplicación práctica dentro de la formación que se nos da, pudiendo servir esto de guía para futuros profesionistas del área.

Este proyecto se denomina: "Proyecto eléctrico de un edificio comercial". A lo largo del mismo, se hace referencia a temas como: alumbrado, contactos, fuerza, circuitos derivados, alimentadores, subestación, sistema de tierras y pararrayos. No sólo desde el punto de vista teórico sino también desde el punto de vista práctico.

En la elaboración del proyecto se contó con el apoyo de equipo de cómputo y sus periféricos, ya que en la actualidad son una herramienta básica para la realización y presentación eficiente de cualquier trabajo. Junto con el equipo de cómputo se utilizó diferente paquetería y dentro de ésta, se utilizaron programas específicos de aplicación en el área eléctrica, que nos facilitaron, no sólo el trabajo sino también el cálculo. Además se contó con el apoyo y orientación de diferentes profesionistas, cuya experiencia laboral nos permitió fundamentar mejor nuestro trabajo.

La información que se nos permitió presentar en el presente trabajo de tesis fue restringida debido a cuestiones de seguridad del propietario, por lo que se presenta únicamente una información parcial de los planos, así como únicamente el costo aproximado del proyecto.

# Capítulo 1

## INTRODUCCIÓN

El hombre al iniciar cualquier tipo de actividad debe idear un plan de trabajo que tenga una cierta duración y objetivos definidos. Dentro del campo de la ingeniería eléctrica no hay excepción en estas consideraciones, ya que de éstas depende la eficiencia en el proyecto a crear o desarrollar materialmente.

Podemos decir que el campo de la ingeniería eléctrica es una de las ramas básicas y sumamente importante en la industria de la construcción, las áreas de competencia de la ingeniería eléctrica en ésta se pueden dividir en:

- a) Instalaciones eléctricas en edificios nuevos.
- b) Instalaciones y reparaciones en edificios antiguos.
- c) Mantenimiento y reparaciones eléctricas.
- d) Reparaciones de equipo e instalaciones eléctricas industriales.

El presente trabajo estará incluido dentro del área de las instalaciones eléctricas en edificios nuevos, donde debemos enfocarnos en un principio en la elaboración del proyecto de la obra, para pasar después al desarrollo de éste.

Dentro de la elaboración y ejecución de un proyecto eléctrico el ingeniero electricista tiene bajo su responsabilidad la interconexión y construcción de sistemas eléctricos complejos, por lo que para llevar acabo su trabajo adecuadamente, el ingeniero aparte de un adecuado plan de trabajo y objetivos bien definidos tendrá que tener un soporte técnico basado en normas, complementando esto con su experiencia y actualización en el área.

La actualización es importante ya que el área de la construcción y proyección, al igual que en muchas otras áreas de cualquier disciplina, hay una evolución constante debido al progreso en nuevos tipos de infraestructura y nuevas tecnologías en equipo eléctrico.

Por nuestra parte es importante considerar que el desarrollo de nuestro trabajo, y como se mencionó anteriormente, es el proyecto eléctrico de un edificio (para nuestro caso de tipo comercial), tendrá que tomar en cuenta todo lo anteriormente mencionado, de tal manera que la operación del edificio resulte óptima, además de asegurar el crecimiento seguro y confiable del edificio en cuanto a cuestiones eléctricas se refiera.

El proyecto que planteamos se desarrolla partiendo del hecho que tenemos control sobre todo el tipo de equipo que se utilizará para hacer el cálculo preciso de las cargas y de esta manera lograr que la tolerancia dada permita al dueño del edificio un crecimiento seguro.

# Capítulo 2

## GENERALIDADES

En este capítulo se abordará lo relacionado a la descripción de los principales elementos que intervienen en la realización de un proyecto eléctrico de un edificio comercial, dichos temas básicos, para la planeación y operación de los equipos y sistemas que se diseñarán son: fuerza, control, alumbrado y pararrayos.

### 2.1 Sistema de distribución en edificios

Un sistema de distribución eléctrico funciona de acuerdo a las siguientes etapas:

- a) La *producción de energía eléctrica* se efectúa en centrales eléctricas, que pueden ser hidráulicas o térmicas. La corriente es alterna, generalmente trifásica a 60 Hz , ya que un sistema de este tipo permite que se dé una igualdad de potencia y mayor economía en la sección de los conductores, respecto a un alternador monofásico, y un menor costo de la maquinaria de producción y transformación, comparado con la corriente continua.
- b) La electricidad producida se *transforma en las subestaciones elevadoras* para ser conducida por las líneas de transporte de alta tensión ( Transmisión extra-alta

- tensión y alta tensión ). Esta operación es necesaria para disminuir las pérdidas de potencia que se producen en la línea por causa del efecto Joule.
- c) Las líneas que forman la *red primaria de transmisión* ( líneas de transporte de alta tensión ) tienen por cometido fundamental el permitir la utilización de la energía producida incluso a largas distancias. Las grandes líneas de transporte son todas de corriente alterna con tensiones de 150, 220 y 380 kV , según sea la longitud y la importancia del suministro.
  - d) De las *subestaciones primarias* parten las *redes primarias de distribución* a una tensión inferior a la utilizada por las grandes líneas de transporte . Las líneas entre 45 y 150 kV son de longitud inferior a 200 km. La malla de esta red es más corta que la red de transporte de alta tensión y lleva en sus vértices las *subestaciones secundarias*, para de ahí derivar la energía, y transformarla, para después alimentar bien las redes menores o a los usuarios muy importantes como son las grandes industrias, aunque en algunas ocasiones las grandes industrias o transportes pueden ser alimentados con la tensión de las redes primarias de distribución.
  - e) La *red secundaria de distribución* es todavía una red a media tensión de 6 a 30 kV . La malla ya densa de esta red, con múltiples conexiones posibles, sirve para asegurar la energía a todo el sistema de baja tensión que tiene su centro vital en la *cabina de transformación de baja tensión*. En casos cada vez mas frecuentes la red secundaria de distribución se convierte en cable subterráneo hasta el interior de las grandes ciudades, creando así nodos muy importantes en el centro de consumo.
  - f) La entrega de energía a los usuarios se efectúa por las *redes de distribución en baja tensión*; el alumbrado, los aparatos domésticos, etc. se sirven con tensiones que varían entre 127 y 220 volts y entre 380 y 500 volts para la industria.

Las diferentes etapas mencionadas anteriormente pueden ser representadas de acuerdo a la figura 2-1.



Ya que el suministro de tensión de la red secundaria que oscila entre valores de 6 a 30 kV puede distribuir también a consumidores industriales y comerciales importantes, que para nuestro caso estaríamos dentro de estos consumidores, siendo nuestro suministro de 23 kV.

### *Características de la cargas<sup>1</sup>*

El conocimiento de las características eléctricas de un sistema de distribución y la aplicación de los conceptos teóricos fundamentales del campo eléctrico, son los requisitos más esenciales para diseñar y operar un sistema de esta naturaleza.

Dentro de las características importantes de un sistema de distribución están las cargas, éstas constituyen las bases para determinar la sección y característica de los conductores . Por tanto, es necesario poseer conocimientos claros de las características de la carga del sistema que se va a alimentar para diseñarlo y operarlo en forma óptima.

### *Clasificación de las cargas*

Existen diversos criterios para la clasificación de las cargas en un sistema de distribución, dentro de los cuales podemos anotar los siguientes:

- a) Localización geográfica
- b) Tipos de utilización de la energía
- c) Confiabilidad
- d) Tarifas

a) Localización geográfica.- Un sistema de distribución debe atender usuarios de energía eléctrica localizados tanto en ciudades como en las zonas rurales, por tanto es obvia la posibilidad de clasificar las cargas por las zonas a las que sirve; así por ejemplo, podemos clasificar las cargas como sigue (ver tabla 2.1):

Zona	MVA/km <sup>2</sup>
Urbana central	40 – 100
Urbana	5 – 10
Semiurbana	3 – 5
Rural	< 5

Tabla 2.1. Clasificación de carga en base a localización geográfica.

<sup>1</sup> Espinoza, R. (1990) "Sistemas eléctricos de distribución", pp.43-46

b) Tipo de utilización de la energía.- La finalidad con la cual el usuario consume energía eléctrica puede servir también de criterio para clasificar las cargas; de esta manera tenemos:

- Cargas residenciales
- Cargas mixtas
- Cargas comerciales
- Cargas industriales

c) Confiabilidad.- Tomando en cuenta los daños que pueden sufrir los usuarios por la interrupción de suministro de energía eléctrica, es posible clasificar las cargas en:

- Sensibles
- Semi-sensibles
- Normales

d) Tarifas.- La clasificación por tarifas se da de acuerdo a un cierto número, cuya referencia se encuentra en la sección 2.2.11, tabla 2.5

En el caso del proyecto que abordaremos podemos considerar la siguiente clasificación:

Por su localización geográfica sería una carga de zona urbana central, por el tipo de utilización de la energía se considera carga comercial, por su confiabilidad sería una carga sensible, ya que una interrupción de alimentación de energía eléctrica, aunque ésta sea instantánea, causa importantes perjuicios al consumidor, debido a la posible instalación de un espacio bancario, y por tarifa sería H-M servicio general en media tensión.

#### *Elementos del sistema de distribución de un edificio*

El sistema de distribución en un edificio está comprendido en un principio por los conductores eléctricos, junto con todos los accesorios necesarios, desde el punto de toma o acometida hasta cada uno de los receptores que absorben energía en la instalación. Cuando el suministro está a cargo de una empresa de servicio público, el punto de toma recibe el nombre de acometida.

Los conductores de acometida se empalman con el interruptor de entrada y el contactor, para luego pasar al cuarto principal de distribución, en éste se empalman los conductores de



acometida a otros de mayor sección llamados barras de cuadro o barras ómnibus, que generalmente se extienden a toda la longitud del cuadro. Determinado el número de cables de amplia sección, llamados circuitos de alimentación, se conectan a las barras con intercalación de cortacircuitos, instalados en el frente del cuadro, estos cables se encargan de conducir la energía a los distintos centros de carga, en los cuales se empalman los alimentadores al cuadro local, éste es un cuadro de distribución de menor capacidad que el principal, del cual parte otro grupo de cables de menor sección que va distribuyendo la potencia disponible entre otros cuadros locales aún menores, a éstos los llamaremos subcuadros .

Tanto los cuadros como los subcuadros, conectados mediante conductores de pequeña sección llamados circuitos locales de distribución o ramales, suministran la energía directamente a los motores y lámparas. En muchos aspectos la red puede ser comparada a un árbol que tiene su tronco, sus ramas y sus ramas más pequeñas .

La carga correspondiente a los servicios generales del edificio será la suma de la potencia instalada en iluminación, contactos, aire acondicionado, sistema hidroneumático elevadores y sistema de bombeo, a su vez una adecuada prevención de cargas determinará en una forma aproximada la futura potencia de consumo del edificio.

Cuando en un sistema de distribución se ha llevado acabo un proyecto adecuado, la caída de tensión en los conductores, desde el medio de desconexión principal hasta la salida alejada de la instalación, considerando alimentadores y circuitos derivados, no debe exceder al 5% .

Redes de distribución. Hay ocho sistemas de redes de distribución que cubren completamente el campo de las aplicaciones de la corriente continua y alterna en interior de los edificios, las cuales se denominan de la manera siguiente:

Sistemas de corriente continua

a) Sistema bifilar

b) Sistema trifilar

Sistemas de corriente alterna.

c) Sistema bifilar

d) Sistema trifilar monofásico

e) Sistema trifilar trifásico

- f) Sistema cuatrifilar trifásico
- g) Sistema cuatrifilar bifásico
- h) Sistema trifilar bifásico

Las construcciones habitacionales o comerciales utilizan por lo general los sistemas **a**, **b**, **c** ó **d**. Los sistemas **e** y **f** se eligen frecuentemente para grandes almacenes, edificios públicos, oficinas y fábricas. En las localidades donde la red pública es bifásica, se adopta para grandes instalaciones comerciales los sistemas **g** y **h**.

Es común utilizar en un sistema un esquema que represente la parte de conexiones y utilizar otro sistema cuyo esquema represente los ramales que de aquella parte se derivan. Un esquema de representación en el que hay una línea cuatrifilar trifásica ( **f** ), una ramal bifilar monofásico ( **c** ), un ramal trifilar monofásico ( **d** ) y otro ramal trifilar trifásico ( **e** ), es el favorito para los grandes edificios.

En un edificio de tipo comercial en donde se haya instalado un sistema cuatrifilar trifásico ( como el que se muestra en la siguiente figura 2-2 ) pueden derivarse cualquier número de ramales hasta alcanzar la máxima capacidad admisible, en donde es conveniente un adecuado equilibrio de cargas. Es posible en un edificio como el que abordaremos instalar los alimentadores según **f**, los ramales de fuerza según **e** y las líneas de alumbrado con más carga según **c**.

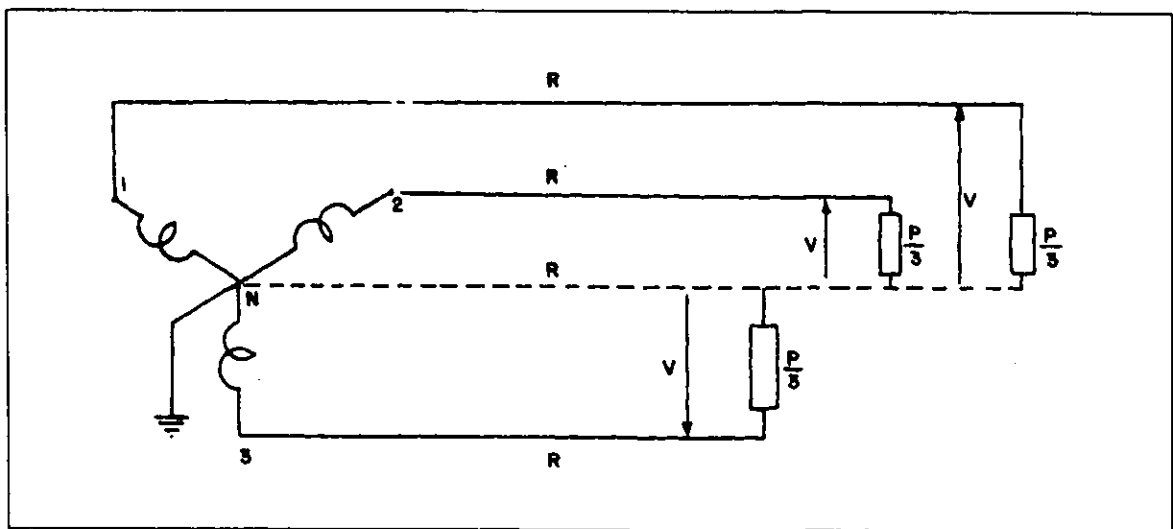


Figura 2 - 2. Diagrama cuatrifilar trifásico.

## 2.2 Bases y planeación del proyecto

Un orden posible a seguir en el diseño de un sistema eléctrico es:

- a) Localización de la acometida.
- b) Identificación del voltaje que proporcione la compañía suministradora.
- c) Estudio y localización de las cargas de iluminación, contactos y fuerza en su caso.
- d) Localización de los centros de carga.
- e) Localización de la subestación general y subestaciones secundarias que se tengan en caso de que existan.
- f) Determinación del voltaje de distribución a equipos y sistemas de emergencia.
- g) Estudio de los equipos para la selección de los centros de control de los motores y tableros de alumbrado.
- h) Métodos de instalación.
- i) Determinación de los tipos de acabado.

Todos estos incisos pueden variar de acuerdo con la calidad, capacidad y economía de la obra.

Por otra parte para la elección del sistema de distribución hay que tener en cuenta muchos factores antes de elegir el sistema más apropiado de distribución de la corriente eléctrica, entre los más importantes tenemos:

- a) Análisis de la carga total de la instalación.
- b) Probables aumentos futuros de esta carga.
- c) Adopción de las secciones más económicas de hilos y cables.
- d) Elección del sistema de aislamiento más apropiado.
- e) Limitación de las pérdidas por calentamiento de los conductores.
- f) Estudio económico de los tubos u otros sistemas de protección de los conductores y accesorios.
- g) Proyecto de instalación del sistema elegido de acuerdo a las prescripciones de las Normas Nacionales y de otras autoridades federales, estatales, municipales y locales, o impuestas por las compañías suministradoras del fluido

- h) Caída de tensión en los conductores desde la entrada al edificio hasta el cuadro de distribución y en los ramales desde este cuadro hasta las lámparas, motores y otros aparatos.
- i) Accesibilidad de toda la instalación eléctrica para la inspección, conservación y reparación.
- j) Reserva de espacio para futuras líneas, circuitos derivados, cortacircuitos, tableros, tubos, cajas de empalme, etc.
- k) Previsión de la posibilidad de ampliación de los conductores verticales para el paso de conductores y del espacio para los recorridos horizontales, las barras colectoras del cuadro de distribución y otros pasos de conductores, para futuras instalaciones de maquinaria eléctrica, iluminación u otras clases de cargas.

### **2.2.1 Normas**

El tener referencias para la proyección y determinación de instalaciones eléctricas que definan las medidas que deben seguirse en un diseño o construcción eléctrica, es de vital importancia. Para nuestro caso estas referencias existen y son la llamadas NOM- 001-SEMP 1994 ( Norma Oficial Mexicana ). El objetivo primordial de estas normas es la protección de la vida y propiedades de las personas contra los riesgos que representan el uso y el suministro de la energía eléctrica. Sus requisitos deben considerarse como requisitos mínimos de seguridad y, en el caso general, su cumplimiento permite obtener un servicio satisfactorio; pero estos requisitos no necesariamente representan las condiciones óptimas de servicio; con frecuencia es recomendable usar valores y diseños más precisos para tener una mejor calidad de servicio y prever aumentos de carga.

El contenido de las normas a utilizar será señalado debidamente de acuerdo al tema a desarrollar en cada capítulo que así lo requiera.

### **2.2.2 Voltajes de operación**

El término voltaje de operación hace referencia a los voltajes en los cuales estaremos trabajando. Estos voltajes varían desde los 120 V para instrumentos y control, hasta el voltaje de la acometida, que de acuerdo a la carga calculada será de 23 kV, pasando por los voltajes de

127V, 220V ó 440V para oficinas, alumbrado, motores, aire acondicionado, etc. A continuación se hace una descripción más detallada:

- a) Las características eléctricas de la acometida serán definidas por la compañía suministradora.
- b) Voltajes de operación.
  - La distribución a subestaciones unitarias dentro del edificio será por medio de cable aislado y/o línea abierta en una tensión máxima de----- 23 kV.     3 Ø
  - Distribución para motores en 440 volts, contactos trifásicos y primarios de transformadores de alumbrado ----- 440 volts   3 Ø
  - Motores de 1 a 200 HP ----- 440 volts   3 Ø
  - Motores de potencia fraccionaria, ----- 440 volts   3 Ø
  - Motores de potencia fraccionaria, ----- 127 volts   1 Ø
  - Secundarios de transformadores para alumbrado, receptáculos monofásicos, instrumentos y motores -----220/127 volts, 3 Ø, 4 hilos
  - Luminarias:
    - Alumbrado de calles ----- 440 ó 220 volts
    - Oficinas ----- 220 ó 127 volts
    - Instrumentos ----- 120 volts
    - Control ----- 120 volts

### 2.2.3 Diagrama unifilar

Diagrama unifilar es el que indica mediante líneas sencillas (una línea en vez de dos o tres) y símbolos simplificados, el trayecto y las partes o equipos que forman un circuito o sistema de circuitos eléctricos.

A modo de ilustración, consideremos el circuito que se muestra en la figura 2-3. Aquí se muestran todos los detalles de un circuito completo. Pueden seguirse las trayectorias completas de todas las corrientes a través de los conductores y componentes que forman el circuito. Sin embargo, cuando nuestro objetivo es conocer sobre todo las trayectorias de transferencia de energía (no trayectoria de corrientes), y la identificación y capacidades de dichas componentes, el diagrama unifilar de la figura 2-4 nos sirve mejor.

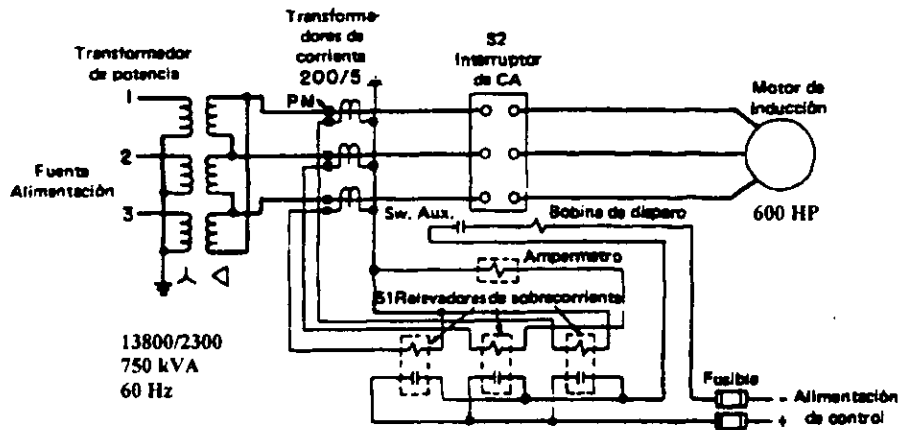


Figura 2-3. Diagrama trifilar.

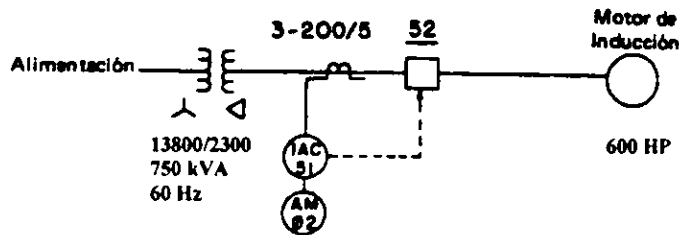


Figura 2-4. Diagrama unifilar .

A partir de la definición, es evidente que los diagramas unifilares se usan básicamente para mostrar las relaciones generales entre los elementos componentes de los circuitos y entre los circuitos mismos. Se pueden usar los diagramas unifilares para mostrar estas relaciones en casi cualquier circuito. Sin embargo, la experiencia nos ha mostrado que para los circuitos más complejos de control, cuya naturaleza es más bien la de una red eléctrica que la de una transferencia directa de energía, se obtiene mayor claridad y precisión usando los diagramas elementales. Por consiguiente, el objetivo del diagrama unifilar se ha constreñido o limitado a la representación de los circuitos principales de energía, de excitación, de medición y los correspondientes a los relevadores de potencia.

Para sacar el máximo provecho de los diagramas unifilares, es necesario estar familiarizado con los símbolos y convenciones que se utilizan en los mismos. Este tipo de diagrama es una especie de taquigrafía y así, utiliza símbolos y convenciones abreviadas para transmitir muchas ideas.

El diagrama unifilar constituye la mejor herramienta disponible para registrar esta información de tal forma que tanto el futuro usuario como el fabricante puedan usarla con efectividad para determinar de común acuerdo las características de cada gabinete y cuántos se van a necesitar. En cualquier discusión preliminar de cualquier proyecto que involucre tableros de maniobra se hace un diagrama unifilar de los circuitos principales, generalmente a mano libre. En dicho diagrama se va registrando información vital como:

- a) El voltaje, la frecuencia, las conexiones a tierra y la capacidad de aportación a un posible corto circuito de todas las fuentes de energía eléctrica involucradas.
- b) La trayectoria deseada de los circuitos principales de potencia.
- c) Las capacidades de todos los generadores, motores, transformadores y otros equipos relacionados con dichos circuitos.
- d) La longitud, sección y tipo de conductores en las líneas de transmisión, cables y barras colectoras
- e) El tipo y magnitud de las cargas conectadas a los circuitos alimentadores.
- f) El equipo de medición que se requiera.
- g) El sistema de relevadores de protección que se requiera.

Dichos diagramas unifilares a mano libre se complementan usualmente con diagramas esquemáticos (también a mano libre) de las componentes más importantes del equipo de control.

Con esta información se pueden preparar especificaciones de los tableros de maniobra necesarios, con suficiente detalle como para servir de base a un contrato de venta o pedido.

Al ordenarse los tableros de maniobras, el fabricante debe recibir más información. Deberá saber, entre otros detalles, las condiciones bajo las cuales va a operar el equipo, las características del resto del equipo con el que va a estar relacionado, las cargas de los diferentes circuitos, etc.

El diagrama unifilar se utiliza entonces para registrar gran parte de esta información. Algunos de los muchos datos registrados son:

- Capacidad y tipo de los interruptores, fusibles de potencia, desconectores, transformadores de corriente y potencial, derivadores (*shunts*), etc.
- Derivaciones usadas en los transformadores que las tengan.
- Tipos, conexiones y funciones de los relevadores de protección que se usen.
- Conexiones de los instrumentos de medición.
- Capacidad de los reactores y resistores de los circuitos primarios.
- Sección, número, longitud y tipo de cables y líneas de interconexión.

#### **2.2.4 Sistema de distribución de fuerza y control**

Un sistema de distribución es aquel encargado de suministrar la energía desde la subestación del edificio hasta los diferentes puntos donde sea necesario. Nuestro sistema de distribución lo dividiremos en sistema de distribución de fuerza ( sistema de distribución primario, secundario y de distribución de carga) y en sistema de distribución de control, tomando en cuenta que la red de distribución debe asegurar un servicio adecuado y continuo para la carga presente y futura.

##### **a) Sistema de distribución de fuerza:**

- Sistema de distribución primario. El sistema de distribución primario es el sistema que conduce la energía desde la acometida hasta el primario del transformador. Se origina en la acometida de la compañía suministradora, y termina en los interruptores principales del transformador en el gabinete de alta tensión .
- Sistema de distribución secundario. Es el sistema que distribuye la energía en media tensión dentro de un edificio. Se origina en los interruptores derivados del tablero de distribución del edificio y termina en los devanados primarios de los transformadores que reducen la tensión a menos de 600 volts y en las terminales de los motores de media tensión .
- Sistema de distribución a centro de carga. Es el sistema que distribuye la energía en baja tensión dentro de la planta. Este sistema se origina en el lado secundario de los transformadores de potencia de menos de 600 volts .



b) Control:

El sistema de control considera los diferentes tableros desde donde se controlarán los diferentes tipos de motores que se tendrán:

- Cada motor deberá controlarse y protegerse desde un arrancador combinado instalado en centros de control de motores.
- Los motores monofásicos podrán tener arrancador manual en caja de la denominación NEMA ( NEMA: National Electrical Manufacturers Association, Asociación Nacional de Productores de material Eléctrico) correspondiente al área que se trate .
- Cada motor se deberá controlar mediante una estación de botones localizada junto al motor, siendo ésta de la denominación NEMA correspondiente al área que se trate .
- Las estaciones de botones “ arrancar-parar “ deberán ser del tipo contacto momentáneo.
- Cada arrancador deberá tener un transformador con relación 440-120 volts para control.

### **2.2.5 Subestación principal**

Una parte muy importante del proyecto es la referente a la subestación. En ésta se recibirá la acometida de la compañía suministradora que viene en alta tensión y a partir de las transformadores calculados se reducirá a voltajes en media y baja tensión para su distribución posterior a las diferentes zonas o áreas de servicio.

a) La subestación de distribución será del tipo compacta con los tableros de media y baja tensión en el interior y los transformadores en el exterior. Todos los componentes deberán ser adecuados y estar completamente coordinados en los siguientes aspectos:

- Capacidad interruptiva.
- Niveles de aislamiento.
- Dispositivos de protección.
- Intercambiabilidad.

b) Tablero de distribución en media tensión. Deberán ser tableros blindados para

servicio pesado, en interior, tipo frente muerto, que contengan interruptores de potencia, removibles, en aire, pequeño volumen de aceite o vacío, y/o contactores con fusibles para arrancadores de motores, debiendo especificarse en base a la tensión, corriente nominal y capacidad interruptiva.

- c) Tablero de distribución en baja tensión y centros de control de motores. Deberán ser tableros blindados para servicio pesado en interior, tipo frente muerto, empleando interruptores electromagnéticos, formando una sola unidad, debiendo especificarse en base a la tensión, corriente nominal y capacidad interruptiva.
- d) Cuarto de control. Los tableros de distribución en media y baja tensión se localizarán en el mismo cuarto de control eléctrico, presurizado, en el cual se localizarán, además, el banco de baterías y el cargador cuando se requieran y los transformadores de alumbrado con tableros para servicio al área de la subestación.
- e) La conexión de los secundarios de los transformadores de potencia a los tableros de distribución en el cuarto de control se harán con *busducto* con barras de cobre o con cables aislados, debiendo especificarse de acuerdo a las características del edificio.
- f) Los centros de control de motores contendrán interruptores termomagnéticos derivados y combinaciones de interruptor termomagnético y contactor magnético para el control de los motores de baja tensión.
- g) Tanto la subestación como los tableros de distribución y el cuarto de control, deberán dimensionarse considerando que en un futuro se añadan secciones nuevas. En general deberá preverse un incremento de un 25% de la carga normal en operación y de acuerdo a la capacidad final del transformador.

#### **2.2.6 Sistema de distribución de alumbrado**

El alumbrado será diseñado para mantener el nivel de iluminación requerido para cada área, medido en el plano de trabajo respectivo como un factor de mantenimiento medio para cada tipo de unidad de acuerdo a la siguiente tabla de niveles de iluminación, editada por la Sociedad Mexicana de Iluminación (ver tabla 2.2) .

Área	Nivel de iluminación (Luxes)
Pasillos y escaleras interiores	200
Trabajos ordinarios de oficina	600
Sala de conferencias entrevistas, salas de receso, archivos de poco uso o áreas en las cuales no se exige la fijación de la vista en forma prolongada.	200
Escaleras, pasillos y corredores	100
Estacionamiento	50
Comedor	300
Bodegas o cuarto de almacenamiento activos:	
- Piezas toscas	60
- Piezas medianas	100
- Piezas finas	300
Baños y tocadores:	
- Iluminación general	60
- espejo	200
Cuartos de control eléctrico:	
- Cuarto de interruptores de potencia y CCM	200
Cuartos de tableros de control:	
- Superficie vertical del tablero, 170 cm sobre el piso	300
- Nivel horizontal del pupitre	300
- Parte posterior de tableros	60
- Alumbrado general	200
- Alumbrado de emergencia	20

Tabla 2.2. Niveles de iluminación.

Como parte del sistema de distribución del alumbrado se deberán instalar luces de obstrucción en estructuras altas en conformidad con el reglamento de aeronáutica civil.

En cuanto a las luminarias, éstas deberán seleccionarse con base en:

- Eficiente iluminación
- Distribución uniforme de luz
- Accesibilidad para cambio de lámparas y mantenimiento con seguridad
- Clasificación del área
- Consideraciones económicas

La selección de las luminarias que se utilizarán en las diferentes áreas se hará considerando los siguientes aspectos, tabla 2.3.

Áreas de trabajo	Tipo de luminaria
Áreas exteriores	Reflector industrial con lámpara vapor de mercurio o de sodio de alta presión.
Áreas interiores: Oficinas, cuartos de control de instrumentos y cuartos de control eléctrico.	Luminarias fluorescentes tipo comercial
Almacenes, talleres y similares	Luminarias fluorescentes o vapor de mercurio tipo industrial

Tabla 2.3. Tipos de luminarias recomendadas.

Las luminarias deberán ser de construcción para intemperie en áreas exteriores, excepto donde se indique otro tipo debido a la clasificación del área, equipándose con guarda donde estén sujetas a daños mecánicos. En general, todas las luminarias deberán suministrarse con pantalla reflectora.

En el control del alumbrado debemos considerar los siguientes aspectos:

- a) La iluminación se controlará mediante tableros con interruptores termomagnéticos, sin embargo cuando sea necesario controlar un grupo de luminarias se instalarán apagadores locales, en caja de la denominación NEMA del área de que se trate.
- b) Los tableros para alumbrado, contactos y motores monofásicos deberán ser tres fases, cuatro hilos en gabinete de la denominación NEMA correspondiente a la clasificación del área que se trate. En áreas administrativas los tableros deberán estar alimentados mediante transformadores trifásicos 480-220/127 volts; los cuales estarán conectados al sistema de potencia de 480 volts y localizados de preferencia cerca de los tableros. Los transformadores deberán ser tipo seco, impregnados de preferencia en resinas no higroscópicas e incombustibles. Los tableros para alumbrado de calle y/o exteriores podrán ser de tres o cuatro hilos, 480/220 volts.
- c) Podrá haber circuitos de alumbrado y circuitos de contactos en el mismo tablero pero no luminarias y contactos en el mismo circuito.
- d) Los interruptores derivados de los tableros deberán ser de 20 amperes y se cargará a 75% de su capacidad como máximo.

- e) Se dejarán interruptores disponibles en cada tablero. a razón de uno por cada cinco.
- f) De preferencia los grupos de lámparas para iluminación exterior se controlarán mediante contactores magnéticos, accionados por celdas fotoeléctricas o relojes programadores.

Para los contactos monofásicos debemos considerar:

Instalar contactos monofásicos en áreas de servicio y áreas administrativas, con las siguientes características: 127 volts, 15 amperes polarizados en todas las áreas. Además deberán colocarse en cajas NEMA, de acuerdo a la clasificación de áreas de que se trate.

Los contactos deberán localizarse de tal manera que cubran un radio de 15 m como máximo en todas las áreas, excepto en las áreas administrativas que se instalarán de acuerdo a las necesidades de cada local.

En oficinas y cuartos de control los contactos irán montados a 30 cm , S.N.P.T. (S.N.P.T.: Sobre Nivel de Piso Terminado); en talleres irán a la altura requerida por las mesas de trabajo; en el resto de las áreas la altura de montaje será 120 cm , S.N.P.T.

### **2.2.7 Sistema de emergencia**

Contar con energía eléctrica de emergencia es básico en la planeación de cualquier proyecto, ya que se asegura el continuo funcionamiento de equipos que por su grado de importancia necesitan estar en operación ininterrumpidamente.

La alimentación de éstos se hará mediante tableros seleccionados en base a la información dada por el cliente. Para esto se tomarán algunos puntos que se mencionan a continuación:

#### **a) Descripción del sistema.**

- 1) El cliente determinará la necesidad de tener sistema de emergencia para fuerza, alumbrado e instrumentos, así como el tipo de equipo de suministro de energía requerida ( planta de emergencia y/o sistema de energía ininterrumpible ), en base al grado de confiabilidad, y rapidez de reposición de energía necesarios por los mecanismos conectados al sistema.
- 2) Las cargas de emergencia serán alimentadas mediante un sistema de transferencia automática. La carga será alimentada por el sistema normal. y en

caso de falla de energía eléctrica deberá transferirse automáticamente la carga al sistema de emergencia.

b) Fuerza. Deberán conectarse al sistema de emergencia: motores que accionen mecanismos de emergencia y equipos similares según requerimientos de operación.

c) Alumbrado. En cuanto al alumbrado se deberá considerar que:

- 1) Las luminarias de emergencia deberán ser alimentadas mediante tableros y transformadores independientes del sistema normal, y serán con lámparas de luz mixta, incandescentes y/o fluorescentes. Éstas tendrán un punto de color rojo para su identificación.
- 2) Las lámparas conectadas al sistema de emergencia deberán ir localizadas en los lugares donde se presenten operaciones críticas.

Se tendrá solamente el alumbrado suficiente para permitir el tránsito seguro del personal.

- 3) Las luces de obstrucción deberán ser conectadas al sistema de emergencia.

### **2.2.8 Sistema de tierras**

La importancia de tener un sistema de tierras es tal que, si no se tuviera se estaría corriendo el riesgo de tener un accidente de fatales consecuencias, ya que éste protege tanto a personas como a los equipos, es decir, este sistema drena a tierra las corrientes parásitas y de corto circuito, además de proporcionar un correcto funcionamiento de los equipos. Veamos ahora las bases para su planeación:

a) Características principales del sistema de tierras:

- 1) Se deberá proveer un sistema de tierras confiable para conectar a tierra el equipo eléctrico y estructuras del edificio. El sistema de tubos *conduits* se considera aterrizado a través del equipo al que conecta.
- 2) En donde el sistema de canalización utilizado sea charola se deberá buscar que exista continuidad eléctrica a lo largo de todo el recorrido así como un mínimo de dos trayectorias a tierra. Lo anterior se hará interconectando con cable desnudo semiduro trenzado las uniones entre tramos de charolas, haciendo bajadas con conexiones al sistema general de tierras a cada 25 m.
- 3) El sistema de tierras consistirá de un anillo (circuito cerrado) de cable desnudo semiduro y trenzado que generalmente rodea al edificio y subestación, el cual estará conectado a varillas de cobre. Todos estos anillos deberán

adecuadamente a tierra.

- 4) El calibre de los conductores de puesta a tierra de equipos estará de acuerdo con las recomendaciones dadas en la tabla 2.4 (tomadas de la tabla 250-95 de la NOM-001-SEMP-1994)

Capacidad de conducción nominal o ajuste del dispositivo automático de sobrecorriente ubicado antes del equipo, tubería, etc. No mayor en amperes.	Sección transversal Cobre		Sección transversal Aluminio	
	mm <sup>2</sup>	AWG kMC	mm <sup>2</sup>	AWG kCM
15	2.082	14	3.307	12
20	3.307	12	5.260	10
30	5.260	10	8.367	8
40	5.260	10	8.367	8
60	5.260	10	8.367	8
100	8.367	8	13.30	6
200	13.3	6	21.15	4
300	21.15	4	33.62	2
400	27.67	3	42.41	1
500	33.62	2	53.48	1/0
600	42.41	1	67.43	2/0
800	53.48	1/0	85.01	3/0
1000	67.43	2/0	107.2	4/0
1200	85.01	3/0	126.7	250
1600	107.2	4/0	177.3	350

Tabla 2.4. Calibre de conductores para sistema de tierras.

- 5) Cuando se conecten a tierra los equipos eléctricos del sistema secundario, mediante un cable adicional dentro de la canalización, el calibre mínimo será de acuerdo con la tabla 2.4 y el cable será aislado (aislamiento color blanco o gris).

- 6) Todo cable a utilizar para el sistema de tierras será de cobre desnudo, excepto en el caso mencionado en el inciso anterior.

### 2.2.9 Sistema de pararrayos

- a) Este sistema está basado en el código 78 del NFPA (NFPA: National Fire Protection Association, Asociación Nacional de Protección contra Incendios) "*Lightning Protección Code*". Se colocarán puntas de pararrayos en las partes altas de las estructuras que se protegerán y techos de edificios, con una separación máxima de 7.6 m a lo largo del perímetro del edificio y una separación máxima de 15 m en ramales interiores, ver figura 2-5. Las estructuras metálicas altas se consideran debidamente protegidas si presentan una baja impedancia a tierra o se le proporciona un conductor adecuado a tierra, siendo la estructura eléctrica continua y de material adecuado para soportar una descarga atmosférica.

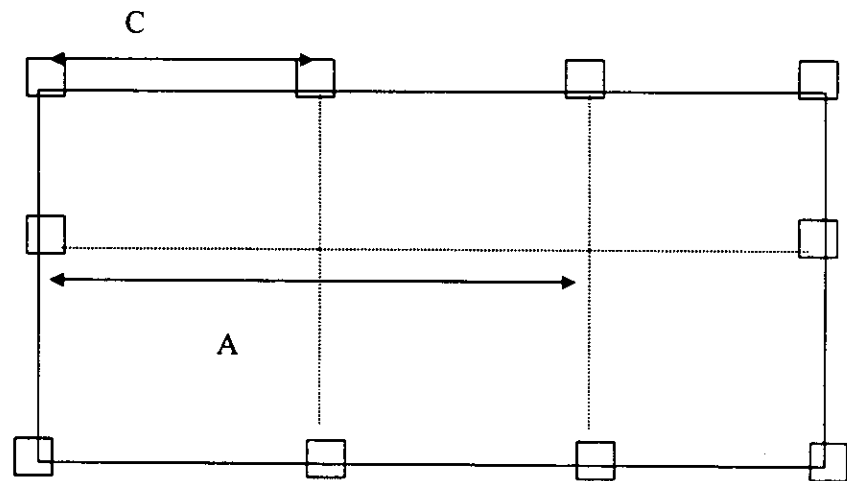


Figura 2-5. Instalación de puntas en azotea.

Donde:

$C = 7.6$  m máximo

$A = 15$  m máximo

- b) La puntas de pararrayos se conectarán entre sí con conductores de material anticorrosivo, de preferencia cobre, de calibre mínimo 2 AWG, formando trayectorias cerradas, las que conectarán a los electrodos de tierra del sistema de pararrayos mediante conductores con las mismas características. En edificios de acero estructural se considera que la parte metálica



- constituye un medio aceptable para conectar las puntas pararrayos a tierra.
- c) Cuando se tengan dos estructuras de diferente altura, la menor quedará protegida por una zona definida por la proyección a  $63^\circ$  de la estructura superior, sin ésta no excede 15 m o por la proyección a  $45^\circ$  de la estructura superior , si ésta excede 15 m.
  - d) Las canalizaciones, cubiertas metálicas de cables y otra parte metálicas deben mantenerse por lo menos a 2 m de distancia de los conductores que interconectan los pararrayos del sistema general de tierra o bien cuando esto no sea posible dichas parte deberán conectarse firmemente al conductor del sistema de pararrayos.

### **2.2.10 Factor de potencia**

El factor de potencia se puede definir como la relación que existe entre la potencia activa (kW) y la potencia aparente (kVA) y es indicativo de la eficiencia con que se está utilizando la energía eléctrica para producir un trabajo útil.

En las instalaciones que demandan corriente alterna, si se tiene un bajo factor de potencia significa esto un mal rendimiento, debido a que al disminuir el factor la utilización de la energía se hace ineficiente aumentando las pérdidas óhmicas, tanto en el cobre de los devanados de los transformadores y de los generadores, y al propio tiempo aumentando la caída de tensión en el sistema.

Puesto que el costo de producción de energía aumenta cuando disminuye el factor de potencia, una tarifa racional debe favorecer a los consumidores cuyo factor de potencia es bueno, con una bonificación sobre su consumo de energía y aplicar una sanción a otro cuyo factor de potencia sea bajo.

En las instalaciones eléctricas se procura por todos los medios manejar un factor de potencia lo más alto posible, haciendo un uso adecuado de motores y transformadores.

Una consideración necesaria es la siguiente: Si la carga de los transformadores y de los motores disminuye respecto a la nominal, la potencia reactiva consumida permanece constante. Entonces, si la potencia reactiva permanece constante y disminuye la potencia activa, el factor de

potencia que depende de la relación entre las dos potencias crece y éste se va haciendo más pequeño, por lo consiguiente, para obtener un buen factor de potencia la primera condición es la de hacer funcionar los motores y transformadores a plena carga.

Por otra parte el factor de potencia de los motores lentos es más bajo que el de los motores rápidos, la segunda condición es la de utilizar motores lo más rápido posibles, ya que un motor veloz acoplado a un reductor de velocidad es menos costoso y permite una explotación más económica que la de un motor lento.

En las instalaciones en las que durante largos periodos el funcionamiento se efectúa con carga reducida, es necesario repartir la potencia de los transformadores entre varias unidades o también prever un transformador de pequeña potencia para usarlo cuando la carga se reduce.

El mejoramiento del factor de potencia de una instalación se obtiene mediante varios procedimientos, pero en nuestro caso no será necesario debido al tipo de carga que se maneja.

### 2.2.11 Tarifas

Las compañías eléctricas acostumbran catalogar a sus consumidores de acuerdo con el tipo de carga que consumen, y en función a éstas definir el tipo de cobro que se les hará. En nuestro país existen 31 tipo de tarifas de las cuales se muestran las mas importantes en la tabla 2.5 (La tabla completa aparece en el apéndice D).

TARIFA	TIPO DE CONSUMIDOR
1	Servicio Doméstico
2	Servicio general hasta 25 kW de demanda
3	Servicio general para más de 25 kW de demanda
5	Servicio para alumbrado público en las zonas conurbadas del Distrito Federal, Monterrey y Guadalajara
6	Servicio para bombeo de aguas potables o negras, de servicio público
7	Servicio temporal
9	Servicio para bombeo de agua para riego agrícola en baja tensión

Tabla 2.5. Tarifas. (Continúa).

TARIFA	TIPO DE CONSUMIDOR
O-M	Tarifa ordinaria para servicio general en media tensión, con demanda de 100 kW o más
H-M	Tarifa horaria para servicio general en media tensión, con demanda de 100 kW o más
H-S	Tarifa horaria para servicio general en alta tensión, nivel subtransmisión
H-T	Tarifa horaria para servicio general en alta tensión, nivel transmisión
HM-R	Tarifa horaria para servicio de respaldo para falla y mantenimiento en media tensión
HS-R	Tarifa horaria para servicio de respaldo para falla y mantenimiento en alta tensión, nivel subtransmisión

Tabla 2.5. Tarifas.

En nuestro caso la tarifa apropiada es la H-M, aplicada a los servicios que destinen la energía en media tensión, con demanda de 100 kW o más.

El considerar cada uno de los temas descritos anteriormente nos asegura que la realización del proyecto sea de confiabilidad al momento de abordar el aspecto técnico, mismo que desarrollaremos en el capítulo siguiente.

# Capítulo 3

## DESARROLLO TÉCNICO

En este capítulo abordaremos lo relacionado con cuestiones técnicas en lo referente a los cálculos necesarios para la realización del proyecto eléctrico; como iluminación, circuitos derivados, circuitos alimentadores y corto circuito.

Es importante hacer notar que gracias al uso de programas de cómputo, el tiempo requerido en la realización de proyectos se ha acortado y por consiguiente la elaboración es más rápida, eficiente y confiable. En el presente trabajo se hará uso de estas herramientas en la parte correspondiente al corto circuito.

Se realizarán cálculos base para cada tema, entendiéndose que lo importante es presentar la metodología empleada en su elaboración, por lo cual no se presentarán el total de cálculos realizados en el proyecto.

En el subtema de iluminación se utilizará el método de cavidad zonal, que como se mencionó antes se realizará un cálculo base, siendo éste lo más completo y entendible posible. Los subtemas siguientes se tratarán del mismo modo para la determinación de conductores que alimentarán circuitos primarios y secundarios, así como para el corto circuito.

### 3.1 Cálculo de iluminación

La luz y la iluminación son muy utilizados en la creación de efectos y ambientes que afecten y produzcan reacción en los sentidos del hombre, por lo tanto es necesario hacer una buena planeación de iluminación para que en las diversas áreas que se llevan a cabo trabajos visuales estas se realizan de la mejor manera posible.

Para asegurar un rendimiento visual óptimo, debemos proporcionar luminancias ambientales adecuadas y un nivel de iluminación suficiente. Por lo cual el diseño de iluminación deberá realizarse desde tres puntos de vista básicos:

#### Cantidad:

Ésta se refiere e implica la aplicación de la iluminación necesaria para realizar el trabajo visual considerado, para lo que es necesario una adecuada cantidad de *luxes* o nivel de iluminación, así como la distribución de los mismos.

#### Calidad:

Este factor se refiere a tener un ambiente visual adecuado, de tal manera que las condiciones sean óptimas y cómodas para la visión. Se debe de considerar el tomar en cuenta la reflectancia de superficies ambientales y de trabajo, ya que las relaciones de luminancia en un ambiente visual son más importantes conforme los niveles de iluminación aumentan, ya que el ojo aumenta su sensibilidad.

Otros factores que se requieren tomar en cuenta son:

Sombras

Propiedades de rendimiento de color de las fuentes luminosas (ver tabla 3.1)

Integración y diseño arquitectónico

Fisiología y estímulo de los ojos

Psicología y percepción

#### Costos:

Para producir y utilizar la luz en la forma más satisfactoria y económica deberán considerarse los siguientes aspectos:

Eficacia luminosa de la lámpara

Costo de la electricidad

Costo de la lámpara y su reemplazo

### Métodos para calcular la iluminación

A partir del primer punto de vista considerado anteriormente (cantidad), se tienen tres métodos para calcular la iluminación y son los siguientes:

- a) Método de punto por punto: Este método proporciona la iluminación directa sobre un punto, en la cual es despreciable la cantidad de luz reflejada.
- b) Método de lúmenes: Es un método práctico que determina en interiores los lúmenes necesarios para proporcionar una intensidad de iluminación promedio. Considera la superficie del local, la altura del montaje, las reflectancias de las luminarias y el flujo luminoso de la fuente aprovechable sobre el área de trabajo.
- c) Método de cavidad zonal. El método de cavidad zonal para el cálculo de iluminación, recomendado por la Sociedad Mexicana de Ingenieros en Iluminación (S.M.I.I.), determina los niveles de iluminación promedio de la luz emitida por los luminarios dentro de un espacio cerrado (ver tabla 2.2). Este método es preferido sobre otros, ya que sus resultados son generalmente más representativos de una situación de iluminación real y puede ser aplicado a cualquier tipo de sistema de iluminación en locales rectangulares o de forma especiales, como es nuestro caso. Este método es el que utilizaremos y cabe mencionar que además de lo expuesto anteriormente, entre otras de sus características considera la luz reflejada por techos, paredes y pisos, así como las características de altura del espacio a iluminar. (ver figura. 3-1)

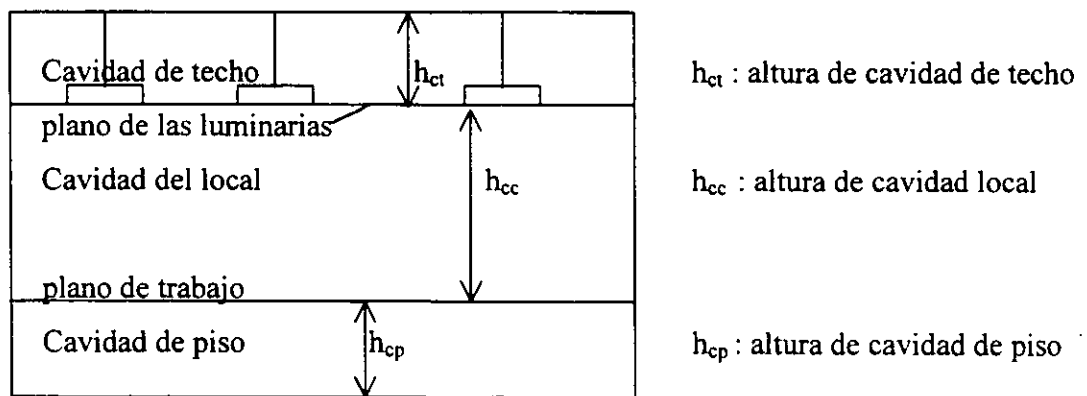


Figura 3-1. Las tres cavidades utilizadas en el método de cavidad zonal.

El término “cavidad zonal” se deriva de suponer que el espacio en consideración está dividido en tres cavidades sobrepuestas  $h_{ct}$ ,  $h_{cc}$  y  $h_{cp}$ (figura 3-1), e investigar el comportamiento

de la luz en cada una, antes de que la luz alcance el nivel ( el plano de trabajo) en el cual se localiza la tarea visual.

*Procedimientos para cálculo de alumbrado interior( Método de cavidad zonal):*

1. Determinar el nivel de iluminación de acuerdo al trabajo específico a desarrollar empleando la columna Nivel de iluminación (luxes) de la tabla 2.2
2. Determinar características físicas del local. Esto incluye:
  - Dimensiones del local (largo ancho y alturas)
  - Valores de reflectancia (pared, techo y piso), utilizar tabla 3.1
  - Localización del plano de trabajo para definir alturas de cavidad
3. Seleccionar luminario
  - Considerar factores siguientes:
    - Tipo de lámpara
    - Lúmenes por luminario
    - Potencia de la lámpara
    - Número de lámparas por luminario
    - Restricciones físicas de montaje (colgante, empotrado, etc.)
    - Características de depreciación del luminario
    - Mantenimiento requerido (limpieza del reflector y reemplazo de lámparas)
    - Costo, tamaño y peso
    - Aspecto estético
    - Separación entre luminarias
4. Factor de Mantenimiento (FM). De acuerdo al tipo de lámpara y luminario la intensidad luminosa lograda inicialmente decrece un poco con el tiempo, conforme trabaja el equipo. Esto se debe al desgaste del filamento de la lámpara, es decir, a su envejecimiento, a su vez también el equipo reflector se ensucia y decrece su reflexión debido al polvo. Por lo tanto para diseñar la instalación de iluminación es necesario tomar en cuenta un factor que cubra esta baja en la intensidad de iluminación, este aspecto será tomado en cuenta por el llamado factor de mantenimiento. El valor de depreciación varía entre el 15 al 45 % correspondiendo al factor de mantenimiento 0.85 a 0.55 respectivamente, dependiendo del tipo de equipo de reflexión y alumbrado que se seleccionó y la cantidad del polvo en el ambiente del local por iluminar, así como el mantenimiento que se le vaya a dar a las unidades. ver tabla 3.2.

Por otra parte las luminarias se pueden clasificar o dividir en categorías, para cada categoría existe una curva, referenciada por un sistema cartesiano en donde el eje horizontal representa el número de meses entre limpieza y limpieza de las luminarias, el eje vertical por su parte representa el factor de deterioro del luminario debido al polvo (d). Cada curva corresponde a cierta condición de suciedad considerada en la atmósfera (ver tabla 3.4)

El FM se puede determinar también con una exactitud aproximada mediante el empleo de las gráficas antes mencionadas y la aplicación de la ecuación 3.1.

$$FM = D \times d \qquad \text{Ecuación 3.1}^1$$

Donde:

D = depreciación de lúmenes lámpara

d = depreciación del luminario debido al polvo

Para encontrar el valor de "D" nos remitiremos a la tabla 3.3, los cuales son datos proporcionados mediante pruebas de laboratorio del fabricante.

#### 5. Determinación de relaciones de cavidad

En base a la figura 3-1, se calculan las llamadas relaciones de cavidad (Rc):

Cavidad de local (Rcl)

Cavidad de techo (Rct)

Cavidad de piso (Rcp)

Haciendo uso de la siguiente ecuación:

$$Rc = \frac{5 \times \text{altura} (\text{largo} + \text{ancho})}{\text{largo} \times \text{ancho}} \qquad \text{Ecuación 3.2}$$

Donde la altura será de cavidad de techo  $h_{ct}$ , de cavidad de piso  $h_{cp}$  o cavidad local  $h_{cc}$ .

#### 6. Determinación de las reflectancias efectivas de cavidad de techo o piso

Las reflectancias efectivas se toman de la tabla 3.5 en base al siguiente procedimiento

Cavidad de techo (Pct):

<sup>1</sup> Todas las ecuaciones del presente capítulo son tomadas del Manual de Procedimientos de Ingeniería de Diseño, PEMEX, 1995.



- a) Determine la reflectancia real de techo y pared según el tipo de acabado que éstos tengan tomando como referencia la tabla 3.1.
- b) Entre a la columna izquierda de la tabla con Rct calculada.
- c) Entre a la línea superior con la reflectancia real del techo de acuerdo a la tabla 3.5.
- d) Entre a la segunda línea con la reflectancia real de la pared.
- e) Obtenga la reflectancia efectiva de la cavidad del techo en la intersección de los tres pasos anteriores.

Cavidad del piso (Pcp):

- a) Entre a la columna izquierda de la tabla con Rcp calculada.
- b) Entre a la línea superior con la reflectancia real del piso de acuerdo a la tabla 3.5.
- c) Entre a la segunda línea con la reflectancia real de la pared.
- d) Obtenga la reflectancia efectiva de la cavidad del piso en la intersección de los tres pasos anteriores.

Con los valores obtenidos anteriormente, que son reflectancia efectiva de techo y piso y reflectancia de pared, se puede seleccionar el coeficiente de utilización de los datos fotométricos del luminario. En caso de no contarse con datos fotométricos del luminario, consultarlos en los manuales del fabricante.

## 7. Coeficiente de utilización (CU)

Ya que el cálculo de iluminación está basado en la definición de la cantidad de iluminación: el “lux” (flujo luminoso por unidad de área) y se caracteriza por la ecuación 3.3.

$$lux = \frac{\text{lúmenes}}{\text{área (m}^2\text{)}} \quad \text{Ecuación 3.3}$$

La ecuación anterior es básica, asumiéndose en ésta que toda la luz generada (lúmenes) se vuelve útil en el plano de trabajo.

El método de cavidad zonal involucra cuatro parámetros (coeficiente de utilización, depreciación de los lúmenes de la lámpara, depreciación por polvo en el luminario y depreciación por suciedad del local), los cuales el proyectista los compensará mediante la aplicación de los mismos como factores adicionales en la ecuación 3.3

Las lámparas de un luminario generan una cantidad conocida de lúmenes, pero únicamente una porción de esos lúmenes sale del luminario. El resto es absorbido por el luminario mismo. La luz que escapa sufre pérdidas posteriores debidas a la geometría del local y a la reflectancia inicial de sus superficies. Entonces, podemos decir que el CU es el porcentaje de luz generada por la lámpara que finalmente incide en el plano de trabajo. Así la ecuación 3.3 se modifica:

$$luxes = \frac{lúmenes \times CU}{área} \quad \text{Ecuación 3.4}$$

Con los valores obtenidos anteriormente de reflectancias efectivas ( $P_{ct}$  y  $P_{cp}$ ) se puede seleccionar el coeficiente de utilización de los datos fotométricos del luminario proporcionados por el fabricante, como anteriormente se mencionó.

#### 8. Número de luminarios y distribución de éstos

Posteriormente se calculará el número de luminarios de acuerdo a la ecuación 3.5

$$No. \text{ de luminarios} = \frac{área \times nivel \text{ luminoso}}{lumen \text{ inicial luminario} \times CU \times FM} \quad \text{Ecuación 3.5}$$

A continuación se calculará el esparcimiento promedio entre luminarios ( $E_s$ ), aplicando la ecuación 3.6

$$E_s = \sqrt{área / No. \text{ de luminarios}} \quad \text{Ecuación 3.6}$$

Y finalmente se calcula la disposición de luminarios con las siguientes ecuaciones 3.7

$$A \text{ lo largo} = \text{largo} / \text{espaciamento} \quad \text{Ecuación 3.7. a}$$

$$A \text{ lo ancho} = \text{ancho} / \text{espaciamento} \quad \text{Ecuacione 3.7. b}$$

Verificar que la relación de espaciamento a altura de montaje no exceda lo especificado por el fabricante del luminario seleccionado, para garantizar un nivel de iluminación uniforme.

La realización de los cálculos de iluminación en el proyecto se realizarán según el procedimiento anterior para lámparas de tipo fluorescente, de vapor de sodio y vapor de

mercurio, para otro tipo de lámparas, éstas se ubicarán por localización directa de acuerdo a las necesidades del cliente.

Como ejemplo representativo del cálculo de iluminación se determinará la iluminación del área de la subestación principal localizada en el mezanine.

Cabe aclarar que el número de lámparas totales, correspondientes a cada nivel, su ubicación y su tipo serán presentadas en los cuadros de cargas respectivos del proyecto, que se muestran en el Apéndice B.

#### *Cálculo de iluminación en el cuarto de la subestación.*

Como ejemplo representativo, se seleccionó el área de la subestación, en la cual requiere de un nivel de iluminación correspondiente a 200 luxes, debido a que es un cuarto de control eléctrico ( Tabla 2.2 ).

La luminaria seleccionada para la iluminación es fluorescente 2 x 38 W y estará montada en un plafón. El área de trabajo está a 0.75 m de altura y las luminarias se encuentra al mismo nivel que el plafón, siendo éste de 1.5 m del techo.

#### Dimensiones del local:

Largo = 18 m  
Ancho = 5.5 m  
Altura = 3.5 m  
Nivel de iluminación = 200 luxes  
Lámpara = 2 x 38 W

#### Reflectancias (%) Tabla 3.1

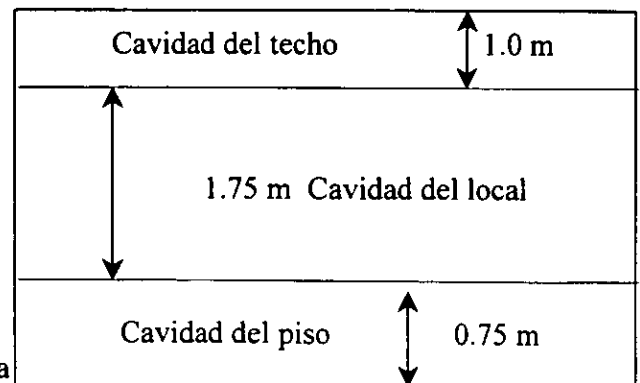
Debido a que en nuestro proyecto se considera el uso de plafón acústico, éstos normalmente tienen un valor de reflectancia alto, por lo que para el techo se puede usar un 80%, además tendremos paredes de color claro por lo que se puede considerar un 50 % y para pisos de un 20%.

#### Factor de mantenimiento (tabla 3.2)

Considerando un ambiente bueno y dado que el tipo de lámpara es fluorescente:

$$FM = 0.75$$

#### Relaciones de Cavidad ( Ecuación 3.4)



$$Rcl = \frac{5 \times 1.75 \times (18 + 5.5)}{18 \times 5.5} = 2.07$$

$$Rct = \frac{5 \times 1.0 \times (18 + 5.5)}{18 \times 5.5} = 1.19$$

$$Rcp = \frac{5 \times 0.75 \times (18 + 5.5)}{18 \times 5.5} = 0.89$$

Reflectancia efectiva (tabla 3.5)

Pct = 64 %

Pcp = 19 %

Coefficiente de utilización (tabla 3.6)

CU = 0.54

Nota: para obtener el CU :

1. Entre a la columna de Rcl con el valor apropiado (2.07)..
2. Entre a la línea superior Pct (64%).
3. Entre a la segunda línea con Pw (50%)
4. Obtenga el CU en la intersección de los tres puntos anteriores.

Número de luminarias (ecuación 3.5)

$$No. \text{ de luminarios} = \frac{99 \times 200}{2900 \times 54 \times 0.75} = 16.85$$

El número de luminarios sería 17 ó 20 por simetría de distribución y alumbrado, y dado que son lámparas 2 X 38 el número de luminarias será de 10.

Espaciamiento promedio entre luminarias (ecuación 3.6)

$$Es = \sqrt{99/10}$$

$$Es = 3.1 \text{ m}$$

Disposición de luminarias (ecuación 3.7)

$$\text{A lo largo} = 18/3.1 = 5.8$$

$$\text{A lo ancho} = 5.5/3.1 = 1.8$$

Por lo tanto tendremos 10 luminarios de lámparas fluorescentes de 2 x 38 W distribuidas en el área de la subestación.

A continuación se anexan las tablas que se utilizan en el desarrollo del presente tema.

Reflectancias en acabado madera	
Color	Reflectancias
Maple (claro)	48%
Encino (claro)	34%
Avellana (medio)	19%
Nogal (oscuro)	16%
Caoba (oscuro)	12%

Reflectancias en acabado metálico	
Color	Reflectancias
Blanco porcelanizado o esmalte horneado	70 - 88%
Aluminio pálido (especular)	80 - 85%
Aluminio mate (difuso)	75%
Pintura aluminio (claro)	79%
Pintura aluminio (medio)	0%

Reflectancias en vidrio	
Color	Reflectancias
Vidrio claro	10%
Vidrio opaco	15 - 30%
Con acabado mármol (claro)	20 - 40%

Reflectancias en plástico	
Color	Reflectancias
Claro	5 - 10%
Oscuro	15 - 30%

Tabla 3.1. Reflectancias diferentes acabados (continúa).

Reflectancias en acabado mate	
Color	Reflectancias
Blanco	80 - 88%
Muy claro	
Azul verde	76%
Verde	72%
Crema	80%
Amarillo crema	76%
Azul	70%
Gris	73 %
Claro	
Azul verde	70%
Verde	64%
Crema	70%
Amarillo crema	66%
Azul	55%
Gris	49%
Café	35%
Medio	
Azul verde	54%
Verde	33%
Crema	44%
Amarillo crema	55%
Azul	22%
Gris	38%
Café	24%
Oscuro	
Amarillo	50%
Naranja	25%
Gris	25%
Rojo	12%
Café	10%
Azul	8%
Verde	7%

Tabla 3.1. Reflectancias diferentes acabados.

Factores totales de mantenimiento recomendado  
Condiciones de operación

Lámpara y luminario	Bueno	Medio	Pobre
Incandescente	0.75	0.70	0.65
Cuarzo	0.85	0.80	0.75
Mercurio	0.75	0.70	0.65
Aditivo metálico	0.65	0.60	0.55
Fluorescente	0.75	0.70	0.65
Descarga cerámica	0.75	0.70	0.65
Sodio alta presión	0.75	0.70	0.65

Condiciones de operación:

Bueno. Aire limpio, libre de polvos y humos, aparatos programados para limpieza frecuente y reemplazo sistemático de lámparas.

Medio. Condiciones atmosféricas menos favorables, limpieza de aparatos a intervalos frecuentes y reemplazo de lámparas sólo después de haberse quemado.

Pobre. Atmósferas y trabajo completamente sucio, mantenimiento pobre o espasmódico del equipo de iluminación, reemplazo de lámparas sólo después de haberse quemado.

Tabla 3.2. Factor de mantenimiento.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Manuales del fabricante

Fluorescentes

Watts	Tipo	Encendido	Bulbo	Acabado	Longitud Total (cm)	Vida Horas	Iniciales	Depre- ciación
Servicio general								
15	ESTÁNDAR	ESTÁNDAR	T-8	B.FRJO	45.7	7 500	830	16%
15	"	"	"	L.DÍA	"	"	710	"
15	"	"	T-12	B.FRJO	"	"	725	14%
15	"	"	"	L.DÍA	"	"	620	"
20	"	"	"	B.FRJO	61	"	1170	13%
20	"	"	"	L.DÍA	"	"	995	"
40	E. RÁPIDO	E. RÁPIDO	"	B.FRJO	122.2	9 000	3100	10%
40	"	"	"	L.DÍA	"	"	2600	"
38	SLIMLINE	INSTANTÁNEO	"	B.FRJO	"	"	2900	11%
38	"	"	"	L.DÍA	"	"	2400	"
55	"	"	"	B.FRJO	183	"	4290	9%
55	"	"	"	L.DÍA	"	"	3600	"
74	"	"	"	B.FRJO	244	"	6050	"
74	"	"	"	L.DÍA	"	"	5080	"
87	H.O.	RÁPIDO	"	B.FRJO	183	"	6200	11%
87	"	"	"	L.DÍA	"	"	5170	"
110	"	"	"	B.FRJO	244	"	8980	12%
110	"	"	"	L.DÍA	"	"	7520	"
110	V.H.O.	"	"	B.FRJO	122	6 000	6900	20%
110	"	"	"	L.DÍA	"	"	5900	"
160	"	"	"	B.FRJO	183	"	11100	"
160	"	"	"	L.DÍA	"	"	9700	"
215	"	"	"	B.FRJO	244	"	15500	"
215	"	"	"	L.DÍA	"	"	13300	"
110	P.GROOVE	"	PG-17	B.FRJO	122	"	6900	"
110	"	"	"	L.DÍA	"	"	6150	"
160	"	"	"	B.FRJO	183	"	10900	"
160	"	"	"	L.DÍA	"	"	9700	"
215	"	"	"	B.FRJO	244	"	15500	"
215	"	"	"	L.DÍA	"	"	13300	"

Tabla 3.3. Lámparas eléctricas. (Continúa).



**Incandescentes**

Watts	Volts	Base	Bulbo	Acabado	Longitud Total (cm)	Vida Horas	Lúmenes Iniciales	Depre-ciación
<b>Servicio general</b>								
15	125	MEDIA	A-15	PERLA	8.6	1000	144	13%
25	"	"	A-19	"	9.8	"	265	15%
40	"	"	"	Cl. ó Per.	10.5	"	470	9%
60	"	"	"	"	"	"	855	6%
75	"	"	"	"	"	"	1180	"
100	"	"	"	"	10.7	"	1720	"
150	"	"	A-23	"	14.8	"	2730	9%
200	"	"	PS-25	"	17	"	3750	"
300	"	"	PS-30	"	20	"	6000	12%
300	"	MOGUL	PS-35	"	23	"	5700	"
500	"	"	PS-40	CLARO	24.1	"	9900	"
750	"	"	PS-52	"	32.4	"	15600	"
1000	"	"	"	"	"	"	21600	15%
1500	"	"	"	"	"	"	33000	21%
<b>Reflectores uso interior</b>								
30	125	MEDIA	R-20	DIFUSO	10.2	2000	200	15%
50	"	"	"	"	"	"	430	15%
75	"	"	R-30	Dif. ó Con.	12.7	"	840	15%
150	"	"	R-40	"	15.9	"	1725	15%
200	"	"	"	"	"	"	3600	15%
300	"	MED. FALD.	"	"	16.5	"	6500	15%
500	"	MOG. MEC.	"	"	17.8	"	"	15%
500	"	MOGUL	R-52	DIFUSO	29	"	8300	15%
750	"	"	"	"	"	"	12700	15%
<b>Reflectores uso exterior</b>								
75	125	MEDIA	PAR-38	Dif. ó Con.	15.6	2000	730	15%
150	"	"	"	"	"	"	1730	15%
200	"	MED. PROL	PAR-56	"	12.7	"	3650	15%
500	"	"	PAR-64	"	15.3	"	6000	15%

Tabla 3.3. Lámparas eléctricas. (Continúa).

Iodo cuarzo (Halógenas)

Watts	Volts	Base	Bulbo	Acabado	Longitud Total (cm)	Vida Horas	Lúmenes Iniciales	Depreciación
<b>Servicio general</b>								
500	120	R7S-15	T3Q/CI-RSC	CLARO	11.6	2000	10500	12%
1000	220	"	"	"	18.6	"	22000	"
1500	"	"	"	"	25.4	"	33000	"
2000	"	F-4	"	"	33	"	44000	"
100	120	MINICAN	T-4	"	6.9	1000	1800	4%
150	"	"	"	"	"	1500	2900	"
200	"	RSC	T-3	"	7.9	"	3460	"
250	"	MINICAN	T-4	"	7.1	2000	4850	"
300	"	RSC	T-3	"	11.9	"	5950	"
400	"	"	T-4	"	7.9	"	7750	"
500	"	"	T-3	"	11.9	"	10950	"
1000	220	"	"	"	25.5	"	21400	"
1500	"	"	"	"	"	"	35800	"
2000	"	MOG. BIPOSTE	T-30	"	25.4	"	48000	6%

Vapor de mercurio

Watts	Base	Bulbo	Acabado	Longitud Total (cm)	Vida Horas	Lúmenes Iniciales	Depreciación	Posición	Perdida Balastra (W)
<b>Servicio general</b>									
175	MOGUL	BT-28	B. DE LUJO	21.1	24000	8600	11%	VERTICAL	25
250	"	"	"	"	"	12775	16%	"	34
400	"	BT-37	"	29.2	"	23125	14%	"	39
700	"	BT-46	"	36.8	"	42750	16%	"	70
1000	"	BT-56	"	39	"	61670	23%	"	100

Tabla 3.3. Lámparas eléctricas. (Continúa).

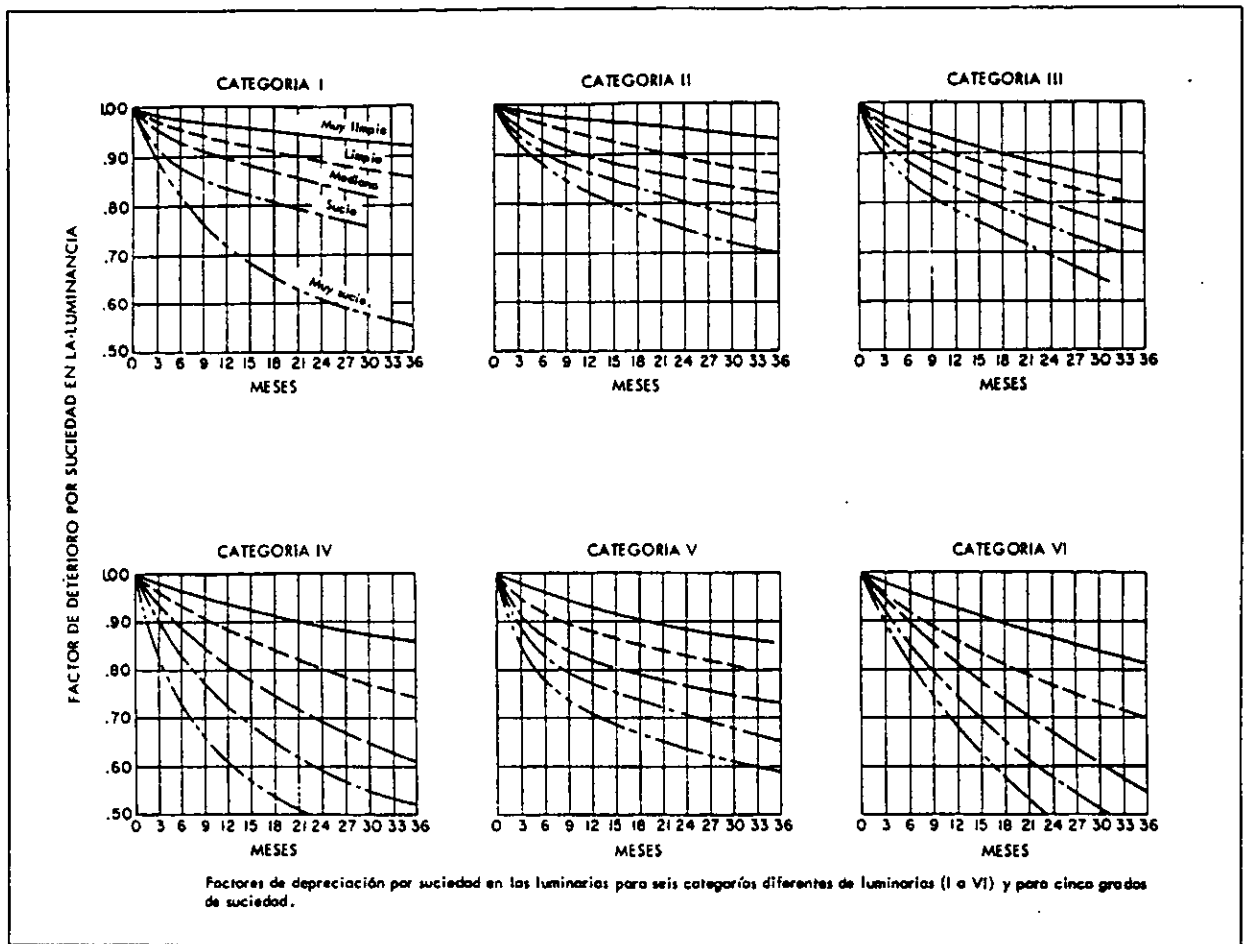
Vapores metálicos

Watts	Base	Bulbo	Acabado	Longitud Total (cm)	Vida Horas	Lúmenes Iniciales	Depre- ciación	Posición	Perdida Balastro (W)
<b>Servicio general</b>									
175	MOGUL	BT-28	FOSFORADO	21.1	7500	14000	27%	VERTICAL	34
175	"	"	"	"	10000	12000	30%	HORIZONTAL	"
250	"	"	"	"	"	20500	22%	VERTICAL	43
250	"	"	"	"	"	19500	28%	HORIZONTAL	"
400	"	E-37	"	17.7	17500	34000	28%	VERTICAL	61
400	"	"	"	"	"	32000	%	HORIZONTAL	"
1000	"	BT-56	"	38.2	11000	105000	22%	VERTICAL	130
1000	"	"	"	"	10000	100000	21%	HORIZONTAL	"

Luz mixta

Watts	Base	Bulbo	Acabado	Longitud Total (cm)	Vida Horas	Lúmenes Iniciales	Depre- ciación	Posición	Volts
<b>Servicio general</b>									
160	MEDIA	BT-28	BLANCO	21.1	6000	2900	15%	HOR. o VERT.	220
250	MOGUL	BT-28	BLANCO	22.6	6000	5500	15%	HOR. o VERT.	220
500	MOGUL	BT-37	BLANCO	29.2	6000	12500	17%	HOR. o VERT.	220

Tabla 3.3. Lámparas eléctricas.



Categoría de mantenimiento	Parte superior	Parte inferior
I	1. Nada	1. Nada
II	1. Nada 2. Transparente con 15% o más de luz hacia arriba a través de las aberturas 3. Translúcida con 15% o más de luz hacia arriba a través de las aberturas 4. Opaca con 15% o más de luz hacia arriba a través de las aberturas	1. Nada 2. Rejillas o reflect.
III	1. Transp. con menos del 15% de luz hacia arriba a través de las aberturas 2. Transl. con menos del 15% de luz hacia arriba a través de las aberturas 3. Opaca con menos del 15% de luz a través de las aberturas	1. Nada 2. Rejillas o reflect.
IV	1. Transparente sin aberturas 2. Translúcido sin aberturas 3. Opaco sin aberturas	1. Nada 2. Rejillas
V	1. Transparente sin aberturas 2. Translúcido sin aberturas 3. Opaco sin aberturas	1. Transparente sin aberturas 2. Translúcido sin aberturas 3. Opaco sin aberturas
VI	1. Nada 2. Transparente sin aberturas 3. Translúcido sin aberturas 4. Opaco sin aberturas	1. Transparente sin aberturas 2. Translúcido sin aberturas 3. Opaco sin aberturas

Tabla 3.4. Categorías de mantenimiento.

Porcentaje de las reflectancias efectivas de techo o piso para varias combinaciones de reflectancias																																																	
% de reflectancia base*	40				30				20				10				0																																
	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Relación de cavidad																																																	
0.2																																																	
0.4																																																	
0.6																																																	
0.8																																																	
1.0																																																	
1.2																																																	
1.4																																																	
1.6																																																	
1.8																																																	
2.0																																																	
2.2																																																	
2.4																																																	
2.6																																																	
2.8																																																	
3.0																																																	
3.2																																																	
3.4																																																	
3.6																																																	
3.8																																																	
4.0																																																	
4.2																																																	
4.4																																																	
4.6																																																	
4.8																																																	
5.0																																																	
6.0																																																	
7.0																																																	
8.0																																																	
9.0																																																	
10.0																																																	

\* Techo, piso, o piso de la cavidad.

Tabla 3.5. Porcentajes de reflectancias efectivas techo o piso para varias combinaciones. (Cont.)

Porcentaje de las reflectancias efectivas de techo o piso para varias combinaciones de reflectancias						
	90	80	70	60	50	
% de reflectancia base*	90 80 70 60 50 40 30 20 10 0	90 80 70 60 50 40 30 20 10 0	90 80 70 60 50 40 30 20 10 0	90 80 70 60 50 40 30 20 10 0	90 80 70 60 50 40 30 20 10 0	
Reflección de cavidad	0.2	79 78 78 77 77 76 76 75 74 72	70 69 68 68 67 67 66 66 65 64	60 59 59 58 57 56 56 55 53	50 49 49 48 48 47 46 46 44	
	0.4	79 77 70 75 74 73 72 71 70 68	69 68 67 66 65 64 63 62 61 58	60 59 58 57 56 55 54 53 52 50	50 49 48 47 46 45 44 43 41 38	
	0.6	78 76 76 73 71 70 68 66 65 63	69 67 65 64 63 61 59 58 57 54	60 58 57 56 55 53 51 50 48 45	50 48 47 46 45 44 43 42 41 38	
	0.8	78 75 73 71 69 67 65 63 61 57	68 66 64 62 60 58 56 55 53 50	59 57 56 55 54 51 49 47 46 43	50 48 47 45 44 42 40 39 38 30	
	1.0	77 74 72 69 67 65 62 60 57 53	68 65 62 60 58 55 53 52 50 47	59 57 56 55 54 51 48 45 43 41	50 48 40 41 41 38 37 30 34	
	1.2	76 73 70 67 64 61 58 55 53 49	67 64 61 59 57 54 50 48 40 41	59 56 54 51 49 40 44 42 40 38	50 47 45 43 41 39 35 34 29	
	1.4	76 72 68 65 62 59 55 53 50 48	67 63 60 58 55 51 47 45 44 41	59 56 53 50 47 44 41 39 38 36	50 47 45 42 40 38 35 34 27 27	
	1.6	75 71 67 63 60 56 53 50 47 44	67 62 59 56 53 47 45 43 41 38	59 55 53 48 45 42 39 37 35 33	50 47 44 41 39 36 33 32 30 26	
	1.8	75 70 66 62 58 54 50 47 44 41	66 61 58 54 51 46 42 40 38 35	58 55 51 47 44 40 37 35 33 31	50 46 43 40 38 35 31 30 28 25	
	2.0	74 69 64 60 56 52 48 45 41 38	66 60 56 52 49 45 40 38 36 33	58 54 50 46 43 39 35 33 31 29	50 46 43 40 37 34 30 28 20 24	
	2.2	74 68 62 58 54 49 45 42 38 35	66 60 55 51 48 43 38 36 34 32	58 53 49 45 42 37 34 31 29 28	50 46 42 38 36 33 29 27 24 22	
	2.4	73 67 61 56 52 47 43 40 36 33	65 60 54 50 46 41 37 35 32 30	58 53 48 44 41 36 32 30 27 26	50 46 42 37 35 31 27 25 23 21	
	2.6	73 66 60 55 50 45 41 38 34 31	66 59 54 49 45 40 35 33 30 28	58 53 48 43 38 35 31 28 26 24	50 46 41 37 34 30 26 23 21 20	
	2.8	73 65 59 53 48 43 39 36 32 29	65 59 53 48 43 38 33 30 28 26	58 53 47 43 38 34 29 27 24 22	50 46 41 36 33 29 25 22 20 19	
	3.0	72 65 58 52 47 42 37 34 30 27	64 58 52 47 42 37 32 29 27 24	57 52 46 42 37 32 28 25 23 20	50 45 40 36 32 28 24 21 19 17	
	3.2	72 65 57 51 45 40 35 33 28 25	64 58 51 46 40 36 31 28 25 23	57 51 45 41 36 31 27 23 22 18	50 44 39 35 31 27 23 20 18 16	
	3.4	71 64 56 49 43 38 34 30 27 24	64 57 50 45 39 35 29 27 24 22	57 51 45 40 35 30 26 23 20 17	50 44 39 35 30 26 22 19 17 15	
	3.6	71 63 54 48 42 36 32 28 25 22	63 50 44 38 33 28 25 22 20 18	57 50 44 39 34 29 25 22 19 16	50 44 39 34 29 25 21 18 16 14	
	3.8	70 62 53 47 41 36 31 28 24 22	63 56 49 43 37 32 27 24 21 19	57 50 43 38 33 29 24 21 19 16	50 44 38 34 29 25 21 17 15 13	
	4.0	70 61 53 46 40 35 30 26 22 20	63 55 48 42 36 31 26 23 20 17	57 49 42 37 32 28 25 23 20 18 14	50 44 38 33 28 24 20 17 15 12	
	4.2	69 60 52 45 39 34 29 25 21 18	62 55 47 41 35 30 25 22 19 16	56 49 42 37 32 27 22 19 17 14	60 43 37 32 28 24 20 17 14 12	
	4.4	69 60 51 44 38 33 28 24 20 17	62 54 46 40 34 29 24 21 18 16	60 49 42 36 31 27 23 19 16 13	60 43 37 32 27 23 19 16 13 11	
	4.6	69 59 50 43 37 32 27 23 19 16	62 53 45 39 33 28 24 21 17 14	60 48 41 36 30 26 21 18 16 13	60 43 36 31 26 22 18 15 13 10	
	4.8	68 58 49 42 36 31 26 22 18 14	62 53 45 38 32 27 23 20 16 13	60 48 41 35 29 25 21 18 15 12	60 43 36 31 26 22 18 15 12 09	
	5.0	68 58 48 41 35 30 25 21 18 14	61 52 44 36 31 26 22 19 16 13	60 48 40 34 28 24 20 17 14 11	60 42 35 30 25 21 17 14 12 09	
	6.0	66 55 44 38 31 27 22 19 15 11	60 51 41 35 28 24 19 16 13 09	55 45 37 31 25 21 17 14 11 07	50 42 34 29 23 19 16 13 10 00	
	7.0	61 53 41 35 28 24 19 16 12 07	58 48 38 32 26 22 17 14 11 05	54 43 35 30 24 20 15 12 09 05	49 41 32 27 21 18 14 11 08 05	
	8.0	60 58 42 35 27 23 18 15 12 00	62 50 38 32 25 21 17 14 11 05	63 42 35 28 23 18 14 11 08 04	40 40 30 25 19 16 12 10 07 03	
	9.0	61 49 36 30 23 19 15 10 04	60 45 33 27 21 18 14 12 09 04	62 40 31 26 20 16 12 10 07 03	48 39 29 24 18 15 11 09 07 03	
	10.0	60 40 33 27 21 18 14 11 08 03	65 43 31 25 19 10 12 10 08 03	61 39 29 24 18 16 11 09 07 02	47 37 27 22 17 14 10 08 06 02	

\* Techo, piso, o piso de la cavidad.

Tabla 3.5. Porcentajes de reflectancias efectivas de techo o piso para varias combinaciones.





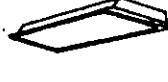

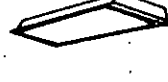

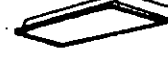





COEFICIENTE DE UTILIZACION														
LUMINARIA	DISTRIBUCION	SEPARACION	CANTIDAD DE TUBOS	REFLECTANCIA										
				80%		50%			10%			0%		
				80%	80%	10%	80%	80%	10%	80%	80%	10%	0%	
				COEFICIENTE DE UTILIZACION										
TIPO 5  2 TUBOS		1.8 X ALTURA DE MONTAJE	1	0.70	0.66	0.63	0.62	0.59	0.57	0.56	0.54	0.49	0.43	
			2	0.60	0.54	0.50	0.50	0.49	0.48	0.46	0.42	0.40	0.37	0.31
			3	0.55	0.49	0.41	0.40	0.41	0.39	0.39	0.36	0.33	0.33	0.28
			4	0.48	0.39	0.34	0.41	0.39	0.36	0.35	0.31	0.28	0.28	0.25
			5	0.40	0.33	0.28	0.38	0.35	0.32	0.31	0.27	0.24	0.24	0.22
			6	0.36	0.29	0.24	0.32	0.29	0.27	0.27	0.23	0.20	0.20	0.18
			7	0.32	0.26	0.21	0.29	0.26	0.24	0.24	0.21	0.17	0.17	0.16
			8	0.29	0.23	0.18	0.26	0.23	0.21	0.21	0.18	0.15	0.15	0.13
			9	0.26	0.19	0.15	0.23	0.19	0.17	0.17	0.14	0.12	0.12	0.11
			10	0.23	0.17	0.13	0.21	0.18	0.16	0.16	0.13	0.10	0.11	0.10
TIPO 4  2 LAMPARAS		1.2 X ALTURA DE MONTAJE	1	0.63	0.61	0.59	0.59	0.56	0.54	0.53	0.51	0.44	0.38	
			2	0.57	0.54	0.51	0.54	0.51	0.49	0.48	0.46	0.42	0.41	0.36
			3	0.51	0.48	0.44	0.48	0.46	0.43	0.43	0.40	0.36	0.36	0.31
			4	0.46	0.42	0.39	0.44	0.41	0.39	0.42	0.39	0.37	0.36	0.32
			5	0.42	0.37	0.34	0.40	0.36	0.34	0.38	0.35	0.33	0.32	0.29
			6	0.38	0.34	0.30	0.37	0.34	0.32	0.35	0.32	0.29	0.29	0.26
			7	0.34	0.30	0.27	0.33	0.29	0.27	0.32	0.29	0.26	0.26	0.23
			8	0.31	0.27	0.24	0.30	0.26	0.25	0.29	0.26	0.23	0.23	0.21
			9	0.28	0.24	0.21	0.27	0.23	0.22	0.26	0.23	0.20	0.20	0.19
			10	0.25	0.21	0.18	0.25	0.21	0.19	0.24	0.21	0.18	0.18	0.17
TIPO 5  2 LAMPARAS		1.2 X ALTURA DE MONTAJE	1	0.73	0.71	0.69	0.69	0.67	0.65	0.64	0.62	0.51	0.40	
			2	0.65	0.61	0.58	0.62	0.59	0.57	0.58	0.56	0.54	0.46	0.36
			3	0.59	0.55	0.51	0.56	0.53	0.50	0.53	0.50	0.48	0.46	0.41
			4	0.53	0.49	0.44	0.51	0.47	0.44	0.49	0.46	0.44	0.42	0.38
			5	0.48	0.43	0.39	0.46	0.42	0.39	0.44	0.40	0.38	0.36	0.32
			6	0.44	0.39	0.34	0.42	0.37	0.34	0.40	0.36	0.34	0.32	0.28
			7	0.39	0.34	0.30	0.38	0.33	0.30	0.36	0.32	0.30	0.28	0.25
			8	0.35	0.30	0.25	0.34	0.29	0.26	0.33	0.29	0.28	0.26	0.23
			9	0.32	0.27	0.23	0.31	0.26	0.23	0.29	0.25	0.23	0.23	0.21
			10	0.29	0.24	0.20	0.28	0.23	0.20	0.27	0.23	0.21	0.21	0.19
TIPO 5  4 TUBOS		1.2 X ALTURA DE MONTAJE	1	0.86	0.84	0.82	0.82	0.81	0.79	0.78	0.77	0.66	0.55	
			2	0.80	0.78	0.76	0.76	0.74	0.72	0.73	0.71	0.69	0.60	0.49
			3	0.74	0.72	0.69	0.71	0.69	0.67	0.68	0.66	0.64	0.56	0.45
			4	0.69	0.64	0.61	0.66	0.63	0.60	0.64	0.61	0.59	0.52	0.41
			5	0.64	0.59	0.56	0.62	0.59	0.56	0.60	0.57	0.54	0.48	0.37
			6	0.60	0.55	0.51	0.58	0.54	0.51	0.56	0.53	0.51	0.45	0.34
			7	0.56	0.51	0.48	0.54	0.50	0.47	0.52	0.49	0.47	0.41	0.30
			8	0.52	0.47	0.44	0.50	0.46	0.43	0.48	0.45	0.43	0.37	0.26
			9	0.49	0.44	0.41	0.47	0.43	0.40	0.44	0.41	0.39	0.33	0.22
			10	0.44	0.39	0.36	0.42	0.38	0.35	0.40	0.37	0.34	0.28	0.17
TIPO 5  6 TUBOS		1.2 X ALTURA DE MONTAJE	1	0.80	0.79	0.78	0.78	0.76	0.74	0.73	0.72	0.61	0.50	
			2	0.74	0.71	0.69	0.71	0.69	0.67	0.68	0.66	0.64	0.56	0.45
			3	0.69	0.65	0.62	0.66	0.63	0.60	0.64	0.61	0.59	0.52	0.41
			4	0.64	0.60	0.57	0.62	0.59	0.56	0.60	0.57	0.54	0.48	0.37
			5	0.60	0.56	0.53	0.58	0.55	0.52	0.56	0.53	0.51	0.44	0.33
			6	0.56	0.52	0.49	0.54	0.51	0.48	0.52	0.49	0.47	0.40	0.29
			7	0.52	0.48	0.45	0.50	0.47	0.44	0.48	0.45	0.43	0.36	0.25
			8	0.48	0.44	0.41	0.46	0.43	0.40	0.44	0.41	0.39	0.32	0.21
			9	0.44	0.40	0.37	0.42	0.39	0.36	0.40	0.37	0.34	0.28	0.17
			10	0.40	0.36	0.33	0.38	0.35	0.32	0.36	0.33	0.31	0.24	0.13
TIPO 5  3 TUBOS		1.2 X ALTURA DE MONTAJE	1	0.89	0.87	0.86	0.86	0.84	0.82	0.81	0.80	0.69	0.58	
			2	0.83	0.80	0.77	0.80	0.78	0.76	0.77	0.75	0.73	0.64	0.53
			3	0.78	0.74	0.71	0.74	0.72	0.70	0.71	0.69	0.67	0.58	0.47
			4	0.73	0.69	0.66	0.70	0.67	0.64	0.67	0.64	0.62	0.53	0.42
			5	0.69	0.65	0.61	0.66	0.63	0.60	0.63	0.60	0.58	0.50	0.39
			6	0.65	0.61	0.58	0.62	0.59	0.56	0.59	0.56	0.54	0.46	0.35
			7	0.61	0.57	0.54	0.58	0.55	0.52	0.55	0.52	0.50	0.42	0.31
			8	0.57	0.53	0.50	0.54	0.51	0.48	0.51	0.48	0.46	0.38	0.27
			9	0.53	0.49	0.46	0.50	0.47	0.44	0.47	0.44	0.42	0.34	0.23
			10	0.49	0.45	0.42	0.46	0.43	0.40	0.43	0.40	0.38	0.30	0.19
TIPO 5  4 TUBOS		1.2 X ALTURA DE MONTAJE	1	0.86	0.84	0.82	0.82	0.80	0.78	0.77	0.76	0.65	0.54	
			2	0.80	0.77	0.74	0.77	0.74	0.72	0.73	0.71	0.69	0.60	0.49
			3	0.74	0.71	0.68	0.71	0.69	0.67	0.68	0.66	0.64	0.55	0.44
			4	0.69	0.65	0.62	0.66	0.63	0.60	0.63	0.60	0.58	0.50	0.39
			5	0.64	0.60	0.57	0.61	0.58	0.55	0.58	0.55	0.53	0.45	0.34
			6	0.60	0.56	0.53	0.57	0.54	0.51	0.54	0.51	0.49	0.41	0.30
			7	0.56	0.52	0.49	0.53	0.50	0.47	0.50	0.47	0.45	0.37	0.26
			8	0.52	0.48	0.45	0.49	0.46	0.43	0.46	0.43	0.41	0.33	0.22
			9	0.48	0.44	0.41	0.45	0.42	0.39	0.42	0.39	0.37	0.29	0.18
			10	0.44	0.40	0.37	0.41	0.38	0.35	0.38	0.35	0.33	0.25	0.14

Tabla 3.6. Coeficientes de utilización de diferentes luminarias (continúa).








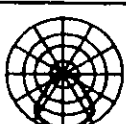




COEFICIENTE DE UTILIZACION													
LUMINARIA	DISTRIBUCION	REPARACION	CATEGORIA	REFLECTANCIA									
				CANTIDAD DE TECNO	80%			70%			50%		
					50%	50%	10%	50%	50%	10%	50%	50%	10%
				RCR	COEFICIENTE DE UTILIZACION								
CATEGORIA "1"  2 TUBOS		1.2 X ALTURA DE MONTAJE	1	0.88	0.88	0.88	0.81	0.81	0.81	0.61	0.60	0.60	
			2	0.80	0.80	0.80	0.76	0.76	0.76	0.58	0.58	0.58	
			3	0.74	0.74	0.74	0.71	0.71	0.71	0.54	0.54	0.54	
			4	0.69	0.69	0.69	0.67	0.67	0.67	0.51	0.51	0.51	
			5	0.64	0.64	0.64	0.63	0.63	0.63	0.49	0.49	0.49	
			6	0.60	0.60	0.60	0.59	0.59	0.59	0.47	0.47	0.47	
			7	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.45	0.45	0.45	
			8	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.43	0.43	0.43	
			9	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.41	0.41	0.41	
			10	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.39	0.39	0.39	
CATEGORIA "1"  4 TUBOS		1.2 X ALTURA DE MONTAJE	1	0.88	0.84	0.81	0.84	0.82	0.80	0.61	0.59	0.57	
			2	0.80	0.78	0.76	0.77	0.76	0.75	0.58	0.57	0.56	
			3	0.74	0.72	0.70	0.72	0.71	0.70	0.54	0.53	0.52	
			4	0.69	0.67	0.65	0.67	0.66	0.65	0.51	0.50	0.49	
			5	0.64	0.62	0.60	0.62	0.61	0.60	0.49	0.48	0.47	
			6	0.60	0.58	0.56	0.58	0.57	0.56	0.47	0.46	0.45	
			7	0.56	0.54	0.52	0.54	0.53	0.52	0.45	0.44	0.43	
			8	0.52	0.50	0.48	0.50	0.49	0.48	0.43	0.42	0.41	
			9	0.49	0.47	0.45	0.47	0.46	0.45	0.41	0.40	0.39	
			10	0.47	0.45	0.43	0.45	0.44	0.43	0.39	0.38	0.37	
CATEGORIA "1"  2 LAMPARAS		1.5 X ALTURA DE MONTAJE	1	0.83	0.79	0.75	0.79	0.76	0.72	0.53	0.50	0.47	
			2	0.71	0.69	0.66	0.69	0.68	0.67	0.52	0.50	0.48	
			3	0.62	0.62	0.60	0.61	0.61	0.61	0.49	0.48	0.47	
			4	0.55	0.54	0.53	0.54	0.54	0.54	0.46	0.45	0.44	
			5	0.49	0.48	0.47	0.48	0.48	0.48	0.43	0.42	0.41	
			6	0.44	0.43	0.42	0.43	0.43	0.43	0.41	0.40	0.39	
			7	0.40	0.39	0.38	0.39	0.39	0.39	0.39	0.38	0.37	
			8	0.37	0.36	0.35	0.36	0.36	0.36	0.36	0.35	0.34	
			9	0.34	0.33	0.32	0.33	0.33	0.33	0.33	0.32	0.31	
			10	0.32	0.31	0.30	0.31	0.31	0.31	0.31	0.30	0.29	
CATEGORIA "1"  1 LAMPARA		1.2 X ALTURA DE MONTAJE	1	0.84	0.82	0.80	0.82	0.81	0.80	0.60	0.59	0.57	
			2	0.76	0.74	0.72	0.74	0.73	0.72	0.56	0.55	0.54	
			3	0.70	0.68	0.66	0.68	0.67	0.66	0.53	0.52	0.51	
			4	0.64	0.62	0.60	0.62	0.61	0.60	0.49	0.48	0.47	
			5	0.59	0.57	0.55	0.57	0.56	0.55	0.46	0.45	0.44	
			6	0.54	0.52	0.50	0.52	0.51	0.50	0.43	0.42	0.41	
			7	0.50	0.48	0.46	0.48	0.47	0.46	0.41	0.40	0.39	
			8	0.46	0.44	0.42	0.44	0.43	0.42	0.39	0.38	0.37	
			9	0.43	0.41	0.39	0.41	0.40	0.39	0.37	0.36	0.35	
			10	0.41	0.39	0.37	0.39	0.38	0.37	0.36	0.35	0.34	
CATEGORIA 6  2 LAMPARAS		1.5 X ALTURA DE MONTAJE	1	0.88	0.86	0.82	0.86	0.84	0.84	0.62	0.61	0.59	
			2	0.80	0.78	0.76	0.78	0.77	0.76	0.58	0.57	0.56	
			3	0.74	0.72	0.70	0.72	0.71	0.70	0.54	0.53	0.52	
			4	0.69	0.67	0.65	0.67	0.66	0.65	0.51	0.50	0.49	
			5	0.64	0.62	0.60	0.62	0.61	0.60	0.49	0.48	0.47	
			6	0.60	0.58	0.56	0.58	0.57	0.56	0.47	0.46	0.45	
			7	0.56	0.54	0.52	0.54	0.53	0.52	0.45	0.44	0.43	
			8	0.52	0.50	0.48	0.50	0.49	0.48	0.43	0.42	0.41	
			9	0.49	0.47	0.45	0.47	0.46	0.45	0.41	0.40	0.39	
			10	0.47	0.45	0.43	0.45	0.44	0.43	0.41	0.40	0.39	
CATEGORIA "5"  PLAFON LUMINOSO 50% TRANSMISION		1.5 X 2.0 X ALTURA DE MONTAJE	1				0.80	0.80	0.80	0.58	0.58	0.54	
			2				0.75	0.75	0.75	0.56	0.56	0.52	
			3				0.70	0.70	0.70	0.54	0.54	0.50	
			4				0.66	0.66	0.66	0.52	0.52	0.48	
			5				0.62	0.62	0.62	0.50	0.50	0.46	
			6				0.59	0.59	0.59	0.48	0.48	0.44	
			7				0.56	0.56	0.56	0.46	0.46	0.42	
			8				0.53	0.53	0.53	0.44	0.44	0.40	
			9				0.51	0.51	0.51	0.42	0.42	0.38	
			10				0.49	0.49	0.49	0.41	0.41	0.37	

Tabla 3.6. Coeficientes de utilización de diferentes luminarias.



### 3.2 Cálculo de fuerza

En términos generales una instalación eléctrica cualquiera que sea su tipo consiste de elementos para alimentar, controlar y proteger, ya sea cargas de alumbrado o de fuerza.

Estas cargas de alumbrado o fuerza estarán alimentadas por los llamados circuitos alimentadores y derivados. El concepto fundamental de lo que es un circuito derivado y alimentador se puede representar a través de un diagrama de bloque como el que se muestra en la figura 3-2:

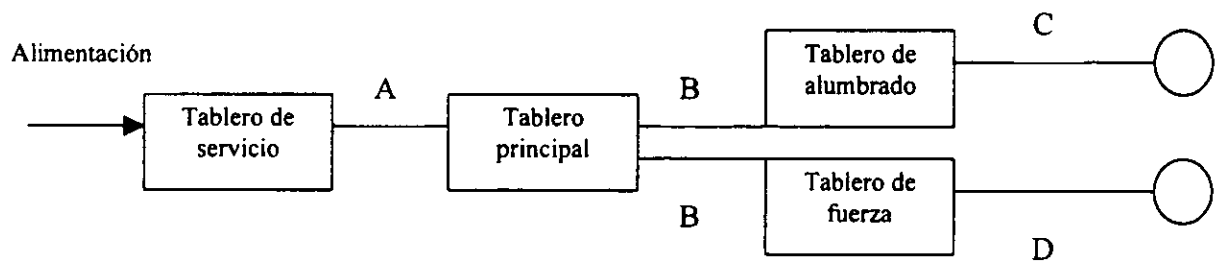


Figura 3-2. Circuito derivado y alimentador.

De la figura anterior:

- A. Representa a los conductores que alimentan la potencia de la compañía suministradora al tablero principal.
- B. Representa a los conductores que alimentan a los circuitos de alumbrado y fuerza del tablero principal.
- C. Son los circuitos derivados del tablero de alumbrado a las cargas de alumbrado.
- D. Son los circuitos derivados del tablero de fuerza a las cargas de fuerza.

Se puede definir a un circuito derivado como el conjunto de conductores y demás elementos de cada uno de los circuitos que se extienden desde los últimos dispositivos de protección contra sobrecorriente, en donde termina el circuito alimentador, hasta la salida de las cargas .

Como parte importante de los circuitos derivados y alimentadores están los conductores, determinar las características de estos conductores es de suma importancia para el desarrollo del proyecto. A continuación trataremos de especificar el procedimiento a utilizar para la

determinación de los conductores en baja tensión que alimentarán circuitos alimentadores y derivados, en conformidad con la normatividad vigente, así como algunas consideraciones para la selección del conductor óptimo por emplear.

Para el cálculo y selección de los conductores en nuestros circuitos debemos de tener las siguientes consideraciones generales, para determinar las características físicas de la instalación del conductor:

- 1) Método de instalación (aéreo o subterráneo).
- 2) Tipo de canalización (tubo conduit, charola, ducto cuadrado, ducto subterráneo o directamente enterrado).
- 3) Tipo de material y aislamiento del conductor (temperatura de operación).
- 4) Temperatura ambiente.
- 5) Condiciones de agrupamiento y profundidad de la instalación.

### 3.2.1 Determinación del conductor por corriente

En un principio tenemos que obtener el valor y tipo de carga que alimentará el conductor y posteriormente determinaremos el valor de la corriente nominal.

Nota: Es recomendable tener una relación de cargas por niveles de tensión indicando su tipo de servicio.

#### A) Motores

- 1) Aplicar las Tablas No. 3.8, 3.9 y/o 3.10 que se encuentran en la parte final del presente subtema, para obtener la corriente nominal ( $I_n$ ) de motores.

Nota:

Para motores con factor de servicio ( $F.S.$ ) diferente a 1.0, la corriente nominal ( $I_n$ ) será incrementada en una proporción igual al  $F.S.$ , por lo tanto:

$$I_{n.F.S.} = I_n (F.S.) \quad \text{Ecuación 3.8}$$

B) Cargas en kW (alumbrado, resistencias, UPS (UPS: Uninterruptible Power Source, Fuente de Energía Ininterrumpible), instrumentos, reguladores, etc.)

1) Para las cargas mencionadas anteriormente, aplicar las siguientes ecuaciones según se muestra en la siguiente tabla:

Corriente directa	Monofásico	Trifásico
$In = \frac{1000 \times kW}{V}$	$In = \frac{1000 \times kW}{V \times F.P.}$	$In = \frac{1000 \times kW}{\sqrt{3} \times V \times F.P.}$

Tabla 3.7. Fórmulas de corriente nominal.

Donde:

$In$  = Corriente nominal en Amperes.

$V$  = Voltaje de línea en volts.

$F.P.$  = Factor de potencia (utilizar 0.9 para este procedimiento).

$kW$  = Potencia del equipo en kW.

C) Para transformadores de alumbrado o instrumentos, con potencia en kVA, aplicar las siguientes fórmulas:

Para un sistema monofásico

$$In = \frac{kVA \times 1000}{V}$$

Ecuación 3.9.

Para un sistema trifásico

$$In = \frac{kVA \times 1000}{\sqrt{3} \times V}$$

Ecuación 3.10.

En donde:

$In$  = Corriente nominal en amperes.

$V$  = Voltaje de línea en volts.

$kVA$  = Potencia del transformador en kVA.

*Determinación de los factores de corrección de acuerdo al tipo y forma de instalación*

A) Determinar: El  $Fct$  (Factor de corrección por temperatura) aplicando la Tabla No. 3.11.

B) Determinar: El  $Fca$  (Factor de corrección por agrupamiento) aplicando las Tablas No. 3.12, 3.13, 3.14, ó 3.15.

### Determinación de la corriente de selección del conductor (*I<sub>sel</sub>*)

Para determinar la *I<sub>sel</sub>* se afecta el valor de la corriente nominal (*I<sub>n</sub>*), por los factores de corrección determinados en el punto anterior, como se indica a continuación:

- 1) Para motores de servicio continuo (2 horas o más en operación) se deberá considerar la relación presentada en el artículo 430-22 de la NOM-001-SEMP-1994 :

$$I_{sel} = 1.25 \frac{I_n}{FCT} \quad \text{Ecuación 3.11}$$

*FCT*: Factor de corrección total definido como el producto del *F<sub>ct</sub>* y *F<sub>ca</sub>*.

Nota:

Para motores que no operen en servicio continuo, no usar el 125% de *I<sub>n</sub>*. Aplicar los factores indicados en la tabla No.3.17 .

- 2) Para cargas de alumbrado, resistencias, UPS, instrumentos y reguladores se deberá considerar la relación presentada en el artículo 220-3 (a) de la NOM-001-SEMP-1994 :

$$I_{sel} = 1.25 \frac{I_n}{FCT} \quad \text{Ecuación 3.12}$$

- 3) Para transformadores de alumbrado o distribución.

$$I_{sel} = 1.25 \frac{I_n}{FCT} \quad \text{Ecuación 3.12}$$

- 4) Para capacitores se deberá considerar la relación presentada en el artículo 460-8 de la NOM-001-SEMP-1994 :

$$I_{sel} = 1.35 \frac{I_n}{FCT} \quad \text{Ecuación 3.13}$$

$$I_{sel} = \frac{1.25 I_{nmm} + \sum I_{nmr} + \sum I_{nc1} + \sum I_{nc2}}{FCT} \quad \text{Ecuación 3.14}$$

Artículo 430-24 y 220-3(a) de la NOM-001-SEMP-1994.

*I<sub>sel</sub>* = Corriente de selección del conductor.

*I<sub>nmm</sub>* = Corriente nominal del motor mayor.

$\Sigma Inmr$  = Sumatoria de las corrientes nominales de los motores restantes.

$\Sigma Inc1$  = Sumatoria de las corrientes nominales de otras cargas de servicio continuo.

$\Sigma Inc2$  = Sumatoria de las corrientes nominales de otras cargas de servicio no continuo.

Con el valor de corriente de selección calculado en el punto anterior y de acuerdo a la temperatura máxima de operación del conductor, seleccionar el calibre del conductor que conduzca una corriente superior a la calculada, en la Tabla No.3.19.

Nota:

Si por razones de proyecto no es posible conducir la  $I_{sel}$  en tres conductores (1cond/fase) o cuando el resultado dé más de 750 kCM y es necesario utilizar conductores en paralelo (2 ó más con/fase) si se alojan más de tres conductores en un tubo conduit, se aplicará un factor de agrupamiento de conductores (Tabla No.3.12) y se procederá a recalcular la  $I_{sel}$ . En este caso puede ser más recomendable usar dos tubos conduit, uno para cada tres conductores

### 3.2.2 Determinación del Conductor por Caída de Tensión

#### *Determinación de la impedancia (Z) del conductor*

De acuerdo al calibre calculado en el punto anterior y la Tabla No.3.18, determinar los valores de R y  $X_L$  del conductor, en caso de ser necesario afectar el valor de la resistencia por efecto de la temperatura de acuerdo con lo indicado en la Tabla No.3.16.

La impedancia del conductor se obtiene aplicando la fórmula siguiente:

$$Z = R \cos \theta + X_L \sin \theta \quad \text{Ecuación 3.15}$$

Donde :

$\theta$  = Ángulo entre la corriente y el voltaje de la carga.

Z = Impedancia del conductor en  $\Omega/\text{km}$ .

R = Resistencia del conductor en  $\Omega/\text{km}$  (Tabla No.3.18 ).

$X_L$  = Reactancia inductiva en  $\Omega/\text{km}$  (Tabla No.3.18 ).

Para temperaturas de 75°C y 90°C la impedancia del conductor (Z) se obtiene directamente de la Tabla No. 3.18.

### *Determinación de la caída de tensión*

La caída de tensión en los conductores podrá obtenerse de acuerdo a las fórmulas siguientes según el tipo de sistema:

$$\text{Para un sistema trifásico} \quad V_c = \sqrt{3} \times I_n Z l \quad \text{Ecuación 3.16}$$

$$\text{Para un sistema monofásico} \quad V_c = 2 I_n Z l \quad \text{Ecuación 3.17}$$

Donde:

$V_c$  = Valor de la caída de tensión en volts.

$I_n$  = Corriente nominal en amperes.

$Z$  = Impedancia del conductor en  $\Omega/\text{km}$ .

$l$  = Longitud en un sentido del conductor (km).

### *Determinación del tanto por ciento de caída de tensión*

El porcentaje de caída de tensión se calculará en base a la fórmula siguiente:

$$\%e = \frac{V_c}{V} \times 100 \quad \text{Ecuación 3.18}$$

Donde:

$\%e$  = Porcentaje de caída de tensión en el circuito.

$V_c$  = Valor de la caída de tensión en volts.

$V$  = Voltaje de línea en volts.

Para efectos de cálculo en este procedimiento y de acuerdo a lo indicado en el artículo 210-19, nota 4 de la NOM-001-SEMP-1994 se considera que:

Para circuitos alimentadores  $\%e \leq 3\%$  máximo

Para circuitos derivados  $\%e \leq 2\%$  máximo

Si el valor de la caída de tensión ( $\%e$ ) excede el valor considerado, aumente el calibre del conductor y repita el procedimiento de determinación del conductor por caída de tensión.

Con base en el procedimiento descrito anteriormente, acerca de la selección de conductores por corriente y selección de conductor por caída de tensión, se selecciona el de mayor calibre en AWG/KCM o área (mm<sup>2</sup>).

### 3.2.3 Ejemplo representativo

Un ejemplo del procedimiento descrito anteriormente es:

Determinar el calibre del conductor apropiado que es necesario para alimentar cada una de las cargas siguientes:

Un motor de 50 H.P.

Un tablero de 15 kW

Un transformador de 112.5 kVA.

Los equipos son:

Clave	Potencia	Tensión	Longitud	Tipo inst
BA-13	50 HP	440V	90 m	Ducto
TA-B	15 kW	220V	40 m	Ducto
TR-3	112.5 kVA	440V	100 m	Ducto

Datos generales para todos los equipos.

Tipo de conductor THW (THW: Termoplástico resistente al calor y al medio agresivo)

Temperatura de operación 90°C

Temperatura ambiente 25°C

El tipo de carga es como sigue:

BA-13	Motor
TA-B	Combinada
TR-3	Transformador

Obteniendo las corrientes nominales para cada carga.

Para BA-13 de la Tabla No.3.10 se tiene:  $I_n=68$  A

$$\text{Para TA-B: } I_n = \frac{kW \times 1000}{\sqrt{3} \times V \times F.P.} = \frac{15 \times 1000}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.9}$$

$$I_n = 43.74 A$$

Para TR-3: 
$$I_n = \frac{kVA \times 1000}{\sqrt{3} \times V} = \frac{112.5 \times 1000}{\sqrt{3} \times 440}$$

$$I_n = 147.62 A$$

Obtención del factor de corrección total ( *FCT* )

Para determinar el *FCT* tenemos que considerar que:

- No se instalarán más de 3 conductores en un tubo conduit por lo que el  $F_{ca}=1.00$ . Si existen más de 3 conductores utilizar tabla 3.12.
- La temperatura ambiente será de 21-25 °C , su temperatura de operación de 90°C y considerando el conductor de cobre, tendremos un  $F_{ct}=1.04$  (Tabla 3.11 )
- Por lo tanto  $FCT=(F_{ca})(F_{ct})=(1.00)(1.04)=1.04$

La corriente de selección para cada equipo será:

BA-13 
$$I_{sel} = \frac{68A}{1.04} \times 1.25 = 81.73 A$$

TA-B 
$$I_{sel} = \frac{43.74}{1.04} \times 1.25 = 52.57 A$$

TR-3 
$$I_{sel} = \frac{147.62}{1.04} \times 1.25 = 177.43 A$$

La capacidad del conductor y el calibre seleccionado de acuerdo a la Tabla 3.19 para cada equipo será:

$I_{sel}$	Capacidad de conducción	Calibre
81.73 A	95 A	4AWG
52.07 A	55 A	8 AWG
177.43 A	195 A	2/0 AWG

*Determinación del conductor por caída de tensión*

La impedancia de los cables de acuerdo con la Tabla 3.18 con un F.P.= 0.9 es:



CALIBRE	z (ohms/km)
4 AWG	1.0841
8 AWG	2.6185
2/0 AWG	0.3920

La caída de voltaje será:

Para BA-13;  $V_c = \sqrt{3} I_n Z l = \sqrt{3}(68A)(1.0841\Omega/km)(0.09km) = 11.5 \text{ volts}$

Para TA-B;  $V_c = \sqrt{3} I_n Z l = \sqrt{3}(43.74A)(2.6185\Omega/km)(0.04km) = 7.94 \text{ volts}$

Para TR-3;  $V_c = \sqrt{3} I_n Z l = \sqrt{3}(177.43A)(0.3920\Omega/km)(0.10km) = 12.05 \text{ volts}$

Calculando el % de caída de voltaje se tiene.

Para BA-13:  $\%e = \frac{V_c}{V} \times 100 = \frac{11.50}{440} \times 100 = 2.61$

Para TA-B:  $\%e = \frac{7.94}{220} \times 100 = 3.60$

Para TR-3:  $\%e = \frac{12.05}{440} \times 100 = 2.74$

Como se observa, el circuito alimentador del tablero TA-B es el único que no cumple con el tanto por ciento de caída de tensión ( $\%e < 3$ ), como se recomendó en la parte correspondiente a este punto del capítulo, por lo tanto, se aumentará a calibre 6 AWG, con lo que se obtiene:

Recalculando:	Calibre	Calibre Aumentado
TA-B	8 AWG	6AWG

La impedancia del conductor de acuerdo con la Tabla 3.18 será:

Calibre	Z $\Omega/km$ (90°)
6 AWG	1.6767

Por lo tanto

$$V_c = \sqrt{3} (43.74A)(1.6767\Omega/km)(0.04km) = 5.08 \text{ volts}$$

Y el porcentaje de caída de tensión será:

$$\%e = \frac{5.08}{220} \times 100 = 2.3$$

Cumpliendo de esta manera que  $\% e < 3$

Por lo tanto el calibre de los conductores apropiados serán:

Equipo	CalibreApropiado
BA-13	4 AWG
TA-B	6 AWG
TR-3	2/0 AWG

Al final del presente apartado se encuentran las memorias de cálculo para el calibre de los conductores de los diferentes circuitos proyectados.

Potencia del motor		Tensión nominal de la armadura		
kW	CP	120 V	240 V	500 V
0.186	1/4	3.1	1.6	
0.248	1/3	4.1	2.0	
0.373	1/2	5.4	2.7	
0.560	3/4	7.6	3.8	
0.746	1	9.5	4.7	
1.119	1 1/2	13.2	6.6	
1.49	2	17.0	8.5	13.6
2.23	3	25.0	12.2	18.0
3.73	5	40.0	20.0	27.0
5.6	7 1/2	58.0	29.0	34.0
7.46	10	76.0	38.0	43.0
11.19	15		55.0	51.0
14.92	20		72.0	67.0
18.65	25		89.0	83.0
22.38	30		106.0	99.0
29.84	40		140.0	123.0
37.30	50		173.0	164.0
44.76	60		206.0	205.0
55.95	75		255.0	246.0
74.60	100		341.0	330.0
93.25	125		425.0	
119.90	150		506.0	
149.20	200		675.0	

Tomada de la Tabla No. 460-147 de la NOM-001-SEMP-1994. Los valores dados en esta tabla son para motores funcionando a sus velocidad normal.

Tabla 3.8. Corriente a plena carga de motores de corriente directa.

Potencia del motor		Tensión nominal	
W	CP	127 V	220 V
124.33	1/6	4.0	2.3
186.50	1/4	5.3	3.0
248.66	1/3	6.5	3.8
373.00	1/2	8.9	5.1
559.50	3/4	11.5	7.2
746.00	1	14.0	8.4
1119.00	1 1/2	18.0	10.0
1492.00	2	22.0	13.0
2238.00	3	31.0	18.0
3730.00	5	51.0	29.0
5595.00	7 1/2	72.0	42.0
7460.00	10	91.0	52.0

Tomada de la Tabla No. 430-148 de la NOM-001-SEMP-1994.

Estos valores de corriente a plena carga son para motores que funcionen a velocidades normales para transmisión por banda y con características de par también normales.

Para motores con eficiencia PREMIUM las corrientes a plena carga son menores.

Tabla 3.9. Corriente a plena carga de motores monofásicos de corriente alterna.

kW	HP	MOTOR DE INDUCCIÓN DE JAULA DE ARDILLA Y ROTOR DEVANADO (AMPERES)			MOTOR SÍNCRONO CON FACTOR DE POTENCIA UNITARIO (amperes)		
		220 V	440 V	*460 V	220 V	440 V	*460 V
0.373	1/2	2.1	1.0	1.1			
0.560	3/4	2.9	1.5	1.6			
0.746	1	3.8	1.9	2.1			
1.119	1 1/2	5.4	2.7	3.0			
1.49	2	7.1	3.6	3.4			
2.23	3	10.0	5.0	4.8			
3.73	5	15.9	7.9	7.6			
5.60	7 1/2	23.0	11.0	11.0			
7.46	10	29.0	15.0	14.0			
11.19	15	44.0	22.0	21.0			
14.92	20	56.0	28.0	27.0			
18.65	25	71.0	36.0	34.0	54	27	26
22.38	30	84.0	42.0	40.0	65	33	32
29.84	40	109.0	54.0	52.0	86	43	41
37.30	50	136.0	68.0	65.0	108	54	52
44.76	60	161.0	80.0	77.0	128	64	61
55.95	75	201.0	100.0	96.0	161	81	78
74.60	100	259.0	130.0	124.0	211	106	101
93.25	125	326.0	163.0	156.0	264	132	126
111.90	150	376.0	188.0	180.0		158	151
149.20	200	502.0	251.0	240.0		210	201

Tomada de la Tabla 430-150 de la NOM-001-SEMP-1994

Estos valores de corriente a plena carga son para motores que funcionen a velocidades normales para transmisión por banda y con características de par también normales.

\*Valores obtenido de la Tabla 430-150 del NEC-1999

Nota: Para motores con eficiencia Premium las corrientes a plan carga son menores

Tabla 3.10. Corriente a plena carga de motores trifásicos de corriente alterna.

TEMPERATURA AMBIENTE °C	Para temperatura ambiente diferente de 3°C multiplique las capacidades de corriente de la tabla 3.18 por el factor de corrección correspondiente a esta tabla					
	Cobre			Aluminio o aluminio recubierto de cobre		
	60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C
21-25	1.08	1.05	1.04	1.08	1.05	1.04
26-30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
31-35	0.91	0.94	0.96	0.91	0.94	0.96
36-40	0.82	0.88	0.91	0.82	0.88	0.91
41-45	0.71	0.82	0.87	0.71	0.75	0.87
46-50	0.58	0.75	0.82	0.58	0.67	0.82
51-55	0.41	0.67	0.76	0.41	0.58	0.76
56-60		0.58	0.71		0.33	0.71
61-70		0.33	0.58			0.58
71-80			0.41			0.41

Tomada de la Tabla 310-16 de la NOM-001-SEMP-1994

Tabla 3.11. Factores de corrección por temperatura.

NUMERO DE CONDUCTORES QUE LLEVAN CORRIENTE	FACTORES DE CORRECCION 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 Y MÁS	0.35

Nota:

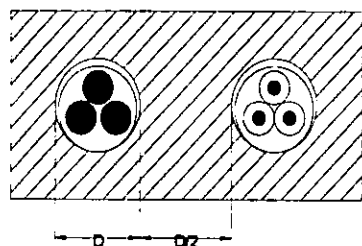
El conductor neutro para un sistema balanceado no se considera para el número de conductores al aplicar la tabla anterior.

Tabla 3.12. Factores de corrección por agrupamiento.

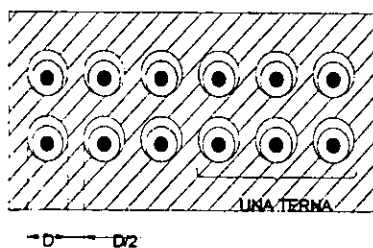
NÚMERO DE FILAS DE TUBO VERTICALMENTE	NÚMERO DE FILAS DE TUBOS HORIZONTALMENTE					
	1	2	3	4	5	6
1	1.00	0.94	0.91	0.88	0.87	0.86
2	0.92	0.87	0.84	0.81	0.80	0.79
3	0.85	0.81	0.78	0.76	0.75	0.74
4	0.82	0.78	0.74	0.73	0.72	0.72
5	0.80	0.76	0.72	0.71	0.70	0.70
6	0.79	0.75	0.71	0.70	0.69	0.68

Nota: Separación entre tubos de  $\frac{1}{4}$  a 1 vez el diámetro uno de ellos.

Tabla 3.13. Factores de corrección por agrupamiento de tubos *conduit* aéreos.



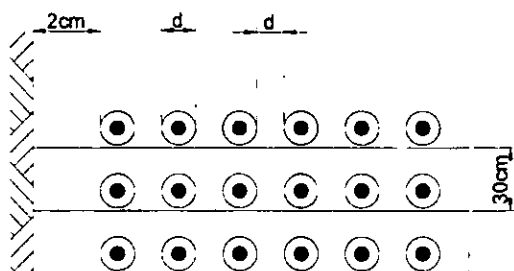
NÚMERO DE FILAS DE TUBO VERTICALMENTE	NÚMERO DE TUBOS HORIZONTALMENTE					
	1	2	3	4	5	6
1	1.00	0.87	0.77	0.72	0.68	0.65
2	0.87	0.71	0.62	0.57	0.53	0.50
3	0.77	0.62	0.53	0.48	0.45	0.42
4	0.72	0.57	0.48	0.44	0.40	0.38
5	0.68	0.53	0.45	0.40	0.37	0.35
6	0.65	0.50	0.42	0.38	0.35	0.32



NÚMERO DE FILAS VERTICALMENTE	NÚMERO DE TERNAS HORIZONTALMENTE					
	1	2	3	4	5	6
1	1.00	0.88	0.79	0.74	0.71	0.69
2	0.88	0.73	0.65	0.61	0.57	0.56
3	0.79	0.65	0.56	0.52	0.49	0.47
4	0.74	0.60	0.52	0.49	0.46	0.45
5	0.71	0.57	0.50	0.47	0.44	0.42
6	0.68	0.55	0.48	0.45	0.42	0.40

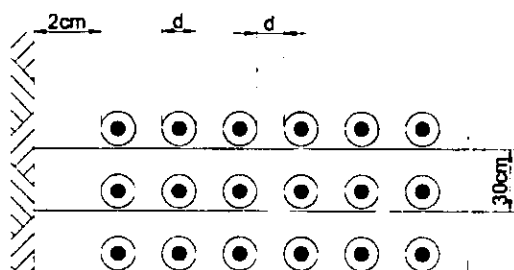
Según información de CONDUMEX

Tabla 3.14. Factores de corrección por agrupamiento de tuberías en el ducto.



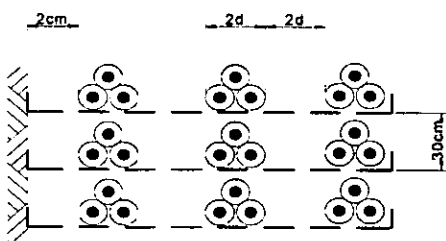
NUMERO DE CHAROLAS	NUMERO DE CIRCUITOS		
	1	2	3
1	0.95	0.90	0.88
2	0.90	0.85	0.83
3	0.88	0.83	0.81
6	0.86	0.81	0.79

a) Cables monofásicos con espaciamento (circulación de aire restringida)



NUMERO DE CHAROLAS	NUMERO DE CIRCUITOS		
	1	2	3
1	1.00	0.97	0.96
2	0.97	0.94	0.93
3	0.96	0.93	0.92
6	0.94	0.91	0.90

b) Cables monofásicos con espaciamento

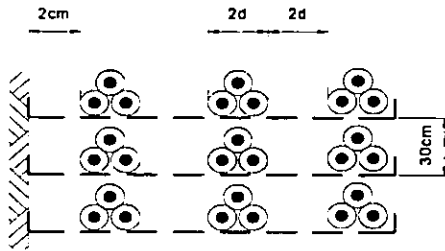


NUMERO DE CHAROLAS	NUMERO DE CIRCUITOS		
	1	2	3
1	0.95	0.90	0.88
2	0.90	0.85	0.83
3	0.88	0.83	0.81
6	0.86	0.81	0.79

c) Cables triplex o monopolares en configuración trébol (circulación de aire restringida)

Tabla 3.15. Factores de corrección por agrupamiento en charolas (al aire libre y sin incidencia de rayos solares), según información de CONDUMEX. (Continúa).

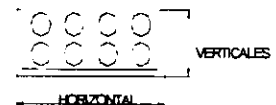




NUMERO DE CHAROLAS	NUMERO DE CIRCUITOS		
	1	2	3
1	1.00	0.98	0.96
2	1.00	0.95	0.93
3	1.00	0.94	0.92
6	1.00	0.93	0.90

d) Cables triples o monoplares en configuración trébol

NUMERO DE CABLES VERTICALMENTE	NUMERO DE CABLES HORIZONTALMENTE					
	1	2	3	4	5	6
1	1.00	0.93	0.87	0.84	0.83	0.82
2	0.89	0.83	0.79	0.76	0.75	0.74
3	0.80	0.76	0.72	0.70	0.69	0.68
4	0.77	0.72	0.68	0.67	0.66	0.65
5	0.75	0.70	0.66	0.65	0.64	0.63
6	0.74	0.69	0.64	0.63	0.62	0.61



Ej. 4 horizontal y 2 vertical  
Factor = 0.76

Cables con separación mantenida de  $\frac{1}{4}$  a 1 vez el diámetro del cable.

\*En el caso de que los cables estén instalados al aire libre y expuestos a los rayos solares, los factores anteriores deberán multiplicarse por 0.9

Tabla 3.15. Factores de corrección por agrupamiento en charolas (al aire libre y sin incidencia de rayos solares), según información de CONDUMEX.

TEMPERATURA °C	FACTORES DE MULTIPLICACIÓN
20	1.0000
25	1.0196
30	1.0393
40	1.0786
50	1.1179
60	1.1572
70	1.1965
75	1.2161
80	1.2358
85	1.2554

TEMPERATURA °C	FACTORES DE MULTIPLICACIÓN
90	1.2750
95	1.2947
100	1.3143
105	1.3340
110	1.3536
130	1.4322
150	1.5108
160	1.5501
200	1.7073
250	1.9037

Tabla 3.16. Factores de corrección de la resistencia por la variación de la temperatura del conductor.

CLASIFICACIÓN DEL SERVICIO	PORCIENTO DE LA CORRIENTE NOMINAL INDICADA EN LA PLACA (VALOR MÍNIMO)			
	RÉGIMEN DE TRABAJO DE DISEÑO DEL MOTOR			
	5 MINUTOS	10 MINUTOS	30 Y 60 MINUTOS	SERVICIO CONTINUO
DE CORTO TIEMPO: ACCIONAMIENTO DE VÁLVULAS, ASCENSO Y DESCENSO DE RODILLOS	110	120	150	
SERVICIO INTERMITENTE: ASCENSORES Y MONTACARGAS, MÁQUINAS HERRAMIENTAS, BOMBAS, PUENTES LEVADISOS, MESAS GIRATORIAS, ETC; PARA SOLDADORAS DE ARCO, VER SECCIÓN 630-21 DE LAS NOM-001-SEMP-1994	85	85	90	140
SERVICIO PERIÓDICO: RODILLOS, EQUIPOS PARA MANEJO DE MINERALES Y CARBÓN, ETC.	85	90	95	140
TRABAJO VARIABLE	110	120	150	200

Tabla 3.17. Porcentajes para la selección de conductores alimentadores a motores que no operen en servicio continuo.

CALIBRE mm <sup>2</sup> AWG	3 CONDUCTORES MONOPOLARES POR TUBO CONDUIT			R (90°C) ohms/km	Z (75°C)						Z (90°C)					
	R (75°C) ohms/km	X ohms/km	-		Z ohms/km F.P.=0.9		Z ohms/km F.P.=0.8		Z ohms/km F.P.=1		Z ohms/km F.P.=0.9		Z ohms/km F.P.=0.8			
					Z ohms/km F.P.=1	Z ohms/km F.P.=0.9	Z ohms/km F.P.=0.8	Z ohms/km F.P.=1	Z ohms/km F.P.=0.9	Z ohms/km F.P.=0.8	Z ohms/km F.P.=1	Z ohms/km F.P.=0.9	Z ohms/km F.P.=0.8			
2.08	10.2854	-	-	10.7836	10.2854	9.2569	8.2283	10.7836	9.7052	8.6269						
3.31	6.4698	-	-	6.7832	6.4698	5.8228	5.1758	6.7832	6.1049	5.4268						
5.26	4.0682	-	-	4.2652	4.0682	3.6614	3.2546	4.2652	3.8387	3.4122						
8.37	2.6607	0.2474	0.2474	2.7897	2.6607	2.5025	2.2772	2.7897	2.6185	2.3801						
13.30	1.6732	0.2247	0.2247	1.7542	1.6732	1.6038	1.4734	1.7542	1.6767	1.5382						
21.15	1.0532	0.2073	0.2073	1.1042	1.0532	1.0382	0.9659	1.1042	1.0841	1.0077						
33.63	0.6627	0.1919	0.1919	0.6948	0.6627	0.6801	0.6453	0.6948	0.7090	0.6710						
53.48	0.4200	0.1772	0.1772	0.4403	0.4200	0.4552	0.4423	0.4403	0.4735	0.4586						
67.43	0.3346	0.1749	0.1749	0.3508	0.3346	0.3774	0.3728	0.3508	0.3920	0.3856						
85.05	0.2641	0.1703	0.1703	0.2769	0.2641	0.3119	0.3135	0.2769	0.3234	0.3237						
107.20	0.2100	0.1631	0.1631	0.2202	0.2100	0.2601	0.2659	0.2202	0.2693	0.2740						
126.70	0.1811	0.1624	0.1624	0.1819	0.1811	0.2338	0.2423	0.1819	0.2417	0.2494						
152.20	0.1522	0.1617	0.1617	0.1596	0.1522	0.2075	0.2188	0.1596	0.2141	0.2247						
177.60	0.1240	0.1611	0.1611	0.1300	0.1240	0.1818	0.1959	0.1300	0.1872	0.2007						
202.60	0.1168	0.1608	0.1608	0.1225	0.1168	0.1752	0.1899	0.1225	0.1803	0.1945						
253.10	0.0965	0.1529	0.1529	0.1012	0.0965	0.1535	0.1689	0.1012	0.1577	0.1727						
303.70	0.0843	0.1519	0.1519	0.0884	0.0843	0.1421	0.1586	0.0884	0.1458	0.1619						
309.30	0.0709	0.1480	0.1480	0.0743	0.0709	0.1274	0.1443	0.0743	0.1305	0.1470						

Valores de impedancia obtenidos por  $Z = R \cos \phi + X \text{ Sen } \phi$  como lo indica el libro rojo de la IEEE de 1993.

Tabla 3.18. Valores de resistencia, reactancia e impedancia para conductores de cobre, 600 V, en tubo conduit magnético, en ohms/km.

AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL mm <sup>2</sup> (AVG-KCM)	TEMPERATURAS MÁXIMAS DE OPERACIÓN					
	60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C
	TIPOS TW*, UF*	TIPOS. RHW*, THW*, THHW*, T WLS, THHWLS, THWN*, XHHW*, USE*	TIPOS: SA, SIS, FEP*, FEPB*, RHH*, RHW-2, THHW*, THW- 2, THHWLS, TT, THWN-2, THHN*, USE-2, XHHW*, XHHW-2	TIPOS TW*, UF*	TIPOS RHW*, THW*, THHW*, THWLS, THHWLS, THWN*, XHHW*, USE*	TIPOS: SA, SIS, RHH*, RHW-2, THW-2, THHW*, THHWLS, THWN-2, THHN*, USE-2, XHHW*, XHHW-2
	COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE		
0,8235(18)	-	-	14	-	-	-
1,307(16)	-	-	18	-	-	-
2,082(14)	20*	20*	25*	-	-	-
3,307(12)	25*	25*	30*	20*	20*	25*
5,260(10)	30	35*	40*	25*	30*	35*
8,367(8)	40	50	55	30	40	45
13,30(6)	55	65	75	40	50	60
21,15(4)	70	85	95	55	65	75
33,62(2)	95	115	130	75	90	100
42,41(1)	110	130	150	85	100	115
53,48(1/0)	125	150	170	100	120	135
67,43(2/0)	145	175	195	115	135	150
85,01(3/0)	165	200	225	130	155	175
107,2(4/0)	195	230	260	150	180	205
126,7(250)	215	255	290	170	205	230
152,0(300)	240	285	320	190	230	255
177,3(350)	260	310	350	210	250	280
202,7(400)	280	335	380	225	270	305
253,4(500)	320	380	430	260	310	350
304,0(600)	355	420	475	285	340	385
380,0(750)	400	475	535	320	385	435
506,7(1000)	455	545	615	375	445	500

\*La protección para sobrecorriente para conductores de cobre, aluminio o aluminio recubierto de cobre en los tipos marcados con un asterisco \*, no deben exceder de: 15 A para 2.082 mm<sup>2</sup> (14), 20 A para 3.307 mm<sup>2</sup> (12) y 30 A para 5.260 mm<sup>2</sup> (10) para conductores de cobre. 15 A para 3.307 mm<sup>2</sup> (12), y 25 A para 5.260 mm<sup>2</sup> (10) para conductores de aluminio o aluminio recubierto de cobre después de que se han aplicado los factores de corrección por temperatura ambiente y agrupamiento de conductores

Basada en la Tabla 310-16 de la NOM-001-SEMP-1994

Tabla 3.19. Capacidad de conducción de corriente de conductores aislados de 0 a 2000V, 60 a 90°C. No más de tres conductores en un cable, en una canalización o directamente enterrados y para una temperatura ambiente de 30°C.

ESTADO	CIUDAD	TEMPERATURA °C			ESTADO	CIUDAD	TEMPERATURA °C		
		EXTREMA MAXIMA	PROMEDIO MAXIMA	MEDIA			EXTREMA MAXIMA	PROMEDIO MAXIMA	MEDIA
BAJA CALIFORNIA	TIJUANA	49.0	23.4	17.4	INAYARIT	TEPIC	37.0	28.5	20.8
SONORA	LA PAZ	43.1	30.0	24.0	JALISCO	GUADALAJARA	37.0	26.6	19.3
	OBREGON	42.5	30.6	22.4		C. GUZMAN	34.5	26.4	19.9
	HERMOSILLO	46.4	31.9	24.6		AGUAS CALIENTES			
CHIHUAHUA	CHIHUAHUA	44.0	25.9	17.7		AGUAS CALIENTES	36.0	26.2	18.5
	C. JUAREZ	41.3	26.3	18.8		GUANAJUATO			
COAHUILA	COAHUILA	44.1	28.6	21.7	LEON	GUANAJUATO	38.5	27.3	19.5
	PIEDRAS NEGRAS	47.0	27.9	20.6		HIDALGO	33.9	24.2	17.8
	NVA. ROSITA	47.0	31.6	22.3		PACHUCA	32.6	20.5	14.2
	TORREON	39.0	24.6	17.9		PUEBLA	32.0	23.6	17.0
NVO. LEON	SALTILLO	43.5	27.8	22.4	VERACRUZ	PUEBLA	39.5	28.4	25.5
	MONTERREY	44.0	28.3	22.6		VERACRUZ	38.2	24.5	19.1
TAMAULIPAS	TAMAULIPAS	43.5	29.1	23.2		ORIZABA	39.8	32.5	24.1
	NVO. LAREDO	48.5	30.7	24.0	COLIMA	COLIMA			
	TAMALIPAS	42.7	28.0	24.3		COLIMA			
	C. VICTORIA	41.4	33.0	25.2	CHIAPAS	COLIMA	42.0	32.2	24.4
SINALOA	TAMPICO	36.2	26.9	24.2		TUXTLA GUTIERREZ	38.0	32.9	26.2
	CULIACAN	40.4	29	21.3		TAPACHULA			
DURANGO	MAZATLAN	35.6	24.5	17.9	CAMPECHE	CAMPECHE	43.7	31.9	27.2
	C. LERDO	28.8	17.5	13.3		CAMPECHE	43.0	37.0	26.5
DURANGO	DURANGO	42.0	27.3	18.4	YUCATAN	YUCATAN	38.0	28.4	25.6
ZACATECAS	ZACATECAS	39.0	25.8	18.3		PROGRESO	39.4	30.9	26.0
	ZACATECAS					MERIDA			
SAN LUIS POTOSI	MATEHUALA				QUINTANA ROO	QUINTANA ROO	37.5	28.8	25.7
	SAN LUIS POTOSI					CHETUMAL			
					MICHOACAN	CHETUMAL	42.3	30.5	21.0
						ZAMORA	32.6	23.7	17.9
						MORELIA			

Tabla 3.20. Temperatura ambiente en la principales ciudades de la República Mexicana.

Tipo	Área de la sección transversal del conductor		Diámetro nominal del tubo mm											
	mm <sup>2</sup>	(AWG)	13	19	25	32	38	51	63	76	89	102	127	152
THW	2.082	(14)	9	15	25	44	60	99	142					
THW-LS	3.307	(12)	7	12	19	35	47	78	111	171				
THHW	5.260	(10)	5	9	15	26	36	60	85	131	176			
XHHW	8.367	(8)	2	4	7	12	17	28	40	62	84	108		
RHW	2.082	(14)	6	10	16	29	40	65	93	143	192			
RHH	3.307	(12)	4	8	13	24	32	53	76	117	157			
	5.260	(10)	4	6	11	19	26	43	61	95	127	163		
	8.367	(8)	1	3	5	10	13	22	32	49	66	85	133	
THW	13.30	(6)	1	2	4	7	10	16	23	36	48	62	97	141
	21.15	(4)	1	1	3	5	7	12	17	27	36	47	73	106
THW-LS	33.62	(2)	1	1	2	4	5	9	13	20	27	34	54	78
	53.48	(1/0)	1	1	1	2	3	5	8	12	16	21	33	49
THHW	67.43	(2/0)	1	1	1	1	3	5	7	10	14	18	29	41
	85.01	(3/0)	1	1	1	1	2	4	6	9	12	15	24	35
RHW y RHH	107.20	(4/0)			1	1	1	3	5	7	10	13	20	29
	126.70	(250)			1	1	1	2	4	6	8	10	16	23
	152.00	(300)		1	1	1	1	2	3	5	7	9	14	20
	177.30	(350)			1	1	1	1	3	4	6	8	12	18
	202.70	(400)			1	1	1	1	2	4	5	7	11	16
	253.40	(500)			1	1	1	1	1	3	4	6	9	14
	380.00	(750)			1	1	1	1	1	2	3	4	6	9

Nota. Esta tabla es sólo para conductores con cableado concéntrico normal.

Tabla 3.21. Diámetro del tubo *conduit* en mm. (Continúa).

Tipo	Área de la sección transversal del conductor mm <sup>2</sup>	(AWG)	Diámetro nominal del tubo mm														
			13	19	25	32	38	51	63	76	89	102	127	152			
THWN	2.082	(14)	13	24	39	69	94	154									
	3.307	(12)	10	18	29	51	70	114	164								
THHN	5.260	(10)	6	11	18	32	44	73	104	160							
	8.367	(8)	3	5	9	16	22	36	51	79	106	136					
FEP (14 a 2)	13.30	(6)	1	4	6	11	15	26	37	57	76	98	154				
	21.15	(4)	1	2	4	7	9	16	22	35	47	60	94	137			
FPB (14 a 8)	33.62	(2)	1	1	3	5	7	11	16	25	33	43	67	97			
	53.48	(1/0)		1	1	3	4	7	10	15	21	27	42	61			
XHHW (4 a 500)	67.43	(2/0)		1	1	2	3	6	8	13	17	22	35	51			
	85.01	(3/0)		1	1	1	3	5	7	11	14	18	29	42			
XHHW (4 a 500)	107.20	(4/0)		1	1	1	2	4	6	9	12	15	24	35			
	126.70	(250)			1	1	1	3	4	7	10	12	20	28			
XHHW (4 a 500)	152.00	(300)			1	1	1	3	4	6	8	11	17	24			
	202.70	(400)			1	1	1	1	3	5	6	8	13	19			
XHHW (4 a 500)	253.40	(500)			1	1	1	1	2	4	5	7	11	16			
	380.00	(750)			1	1	1	1	1	2	3	4	7	11			
XHHW	13.30	(6)	1	3	5	9	13	21	30	47	63	81	128	185			
	380.00	(750)			1	1	1	1	1	2	3	4	7	10			

Nota: Esta tabla es sólo para conductores con cableado constructivo normal.

Tabla 3.21. Diámetro del tubo *conduit* en mm.

Memorias de cálculo

HOJA DE CÁLCULO  
CÁLCULO DE CIRCUITOS ALIMENTADORES

DOC. No. \_\_\_\_\_

CLIENTE \_\_\_\_\_  
PROYECTO EDIFICIO TIPO COMERCIAL  
LUGAR DISTRITO FEDERAL

REV	POR	VERIFICÓ	APROB	FECHA
0				
1				
2				
3				

METODO DE INSTALACION <input checked="" type="checkbox"/> TUB AEREA <input type="checkbox"/> EN DUCTO SUB <input type="checkbox"/> CHAROLA	TIPO DE CONDUCTOR THH-TW TEMP DE OPERACION 20°C TEMP AMBIENTE 30°C FACTOR DE CORRECCION POR TEMPERATURA: 1 AGRUPAMIENTO: 10	INFORMACION DEL SISTEMA VOLTAJE NOMINAL 3F, 3H 60 Hz FACTOR DE POTENCIA 0.9
--	---	---

No Equipo	CLAVE DEL EQUIPO	kW	VOLT NOMINAL (V)	CORRIENTE NOMINAL In (A)	AMPACIDAD					CAIDA DE VOLTAJE					SECCION DEL COND SELEC	Ø DE TUBO CONDUIT (mm)
					1.25 In	FACTOR DE CORRECCION TOTAL	CORRIENTE SELEC In (A)	CAPACIDAD DEL CONDUCTOR (A)	SECCION DEL CONDUCTOR	IMPEDANCIA (Ω/M)	FACTOR DE POTENCIA	LONG (KM)	CAIDA DE VOLTAJE (Vc)	% DE CAIDA DE VOLTAJE		
	EE	12680	220	36.97	46.21	1	46.21	55	8.367	2.6185	0.9	0.015	3.14	1.428	13.3	25
	CM-1	1200	220	3.5	4.37	1	4.37	25	2.082	9.7	0.9	0.03	2.2	1.01	5.26	13
	CM-2	1000	220	2.91	3.64	1	3.64	25	2.082	9.7	0.9	0.094	5.748	2.61	5.26	13
	CM-3	1260	220	3.67	4.59	1	4.59	25	2.082	9.7	0.9	0.07	5.39	2.245	5.26	13
	CH-1	3000	110	30.3	37.87	1	37.87	55	8.367	2.6185	0.9	0.04	1.51	1.37	13.3	25
	CH-2	3000	110	30.3	37.87	1	37.87	55	8.367	2.6185	0.9	0.04	1.51	1.37	13.3	25
	SBE	1600	220	4.66	5.83	1	5.83	25	2.082	9.7	0.9	0.015	1.47	0.66	5.26	13
	CLF	2000	220	5.23	7.88	1	7.88	25	2.082	9.7	0.9	0.15	1.83	0.83	5.26	13
	VE-3	62	110	0.56	0.7	1	0.7	25	2.082	9.7	0.9	0.05	0.58	0.53	3.307	13
	VE-4,8	542	110	5.47	6.84	1	6.84	25	2.082	9.7	0.9	0.03	3.44	3.13	5.26	13
	VE-9,10	124	110	1.25	1.56	1	1.56	25	2.082	9.7	0.9	0.035	0.91	0.83	3.307	13
	VE-11,12	124	110	1.25	1.56	1	1.56	25	2.082	9.7	0.9	1.04	0.93	0.84	3.307	13
	VE-3	62	110	0.56	0.7	1	0.7	25	2.082	9.7	0.9	0.05	0.7	0.62	3.307	13
	UFC	220	110	2.2	2.76	1	2.76	25	2.082	9.7	0.9	0.04	1.85	1.68	3.307	13
	SSE	28890	220	81.24	105.3	1	105.3	130	33.62	1.1042	0.9	0.005	1.006	0.45	33.62	32
	COE	2000	220	5.83	7.28	1	7.28	40	5.26	3.838	0.9	0.06	2.9	1.32	8.367	25
	A	120	110	1.212	1.515	1	1.515	25	2.082	9.7	0.9	0.045	1.145	1.041	5.26	13
	B	140	110	1.414	1.76	1	1.76	25	2.082	9.7	0.9	0.008	0.23	0.2	5.26	13
	C	220	110	2.22	2.7	1	2.7	25	2.082	9.7	0.9	0.05	2.31	2.1	5.26	13
	(1)		(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)

(1) LA CLAVE Y POTENCIA (KW) DEL MOTOR DEBE SER OBTENIDA DE LA LISTA DE MOTORES  
(2) PARA LA CORRIENTE A PLENA CARGA DE MOTORES VER TABLAS 3.7 A 3.9  
(3) PARA MOTORES EN OPERACION CONTINUA LA SECCION 430.22 DE LA NOM. ESTABLECE QUE LOS CONDUCTORES DEBEN TENER UNA CAPACIDAD DE AL MENOS UN 125% DE LA CORRIENTE A PLENA CARGA  
(4) FCT = (Fct) (Fca)  
FCT, FACTOR DE CORRECCION TOTAL  
Fca, FACTOR DE CORRECCION POR TEMPERATURA  
Fca, FACTOR DE CORRECCION POR AGRUPAMIENTO  
VER TABLA 3.11 A 3.16  
(5) CORRIENTE CORREGIDA PARA SELECCION DEL CONDUCTOR  
Ic = 1.25 Ia / FCT

(6) PARA EL TIPO Y CAPACIDAD DE CONDUCTOR VER TABLA 3.19  
(7) NO MÁS DE TRES CONDUCTORES EN TUBO CONDUIT EN CASO DE USAR MÁS DE UN CONDUCTOR POR FASE LA SECCION DE CADA UNO DEBE SER LA MÍNIMA PARA CONDICION DE CORTO CIRCUITO. (SÓLO PARA MOTORES DE GRAN CAPACIDAD)  
(8) VER TABLA 3.18  
(10) LONGITUD EN UN SENTIDO  
(11) PARA EL CASO GENERAL  
DONDE  $V_c = C I_a Z \cdot L$

$Z = \sqrt{R \cos^2 Q^2 + X_L \sin^2 Q^2}$   
Ia= CORRIENTE NOMINAL A PLENA CARGA  
R = RESISTENCIA DEL CONDUCTOR  
Xl= REACTANCIA DEL CONDUCTOR  
C=2 PARA 1 FASE,  $\sqrt{3}$  PARA 3 FASES  
(12) %e= VC 100 ACEPTABLE MENOR DE 3%  
(13) SE SELECCIONARA EL CONDUCTOR DE MAYOR SECCION CALCULADA  
EL CALIBRE MÍNIMO SERA 10 AWG (5.26 MM<sup>2</sup>)  
(14) VER TABLA 3.21



Memorias de cálculo

HOJA DE CÁLCULO  
CÁLCULO DE CIRCUITOS ALIMENTADORES

DOC No

REV	POR	VERIFICÓ	APROB	FECHA
0				
1				
2				
3				

CLIENTE  
PROYECTO EDIFICIO TIPO COMERCIAL  
LUGAR DISTRITO FEDERAL

MÉTODO DE INSTALACIÓN <input checked="" type="checkbox"/> TUB. AÉREA <input type="checkbox"/> EN DUCTO SUB <input type="checkbox"/> CHAROLA	TIPO DE CONDUCTOR THH-THW TEMP DE OPERACIÓN 90°C TEMP AMBIENTE 30°C FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA: 1 AGRUPAMIENTO: 1.0	INFORMACIÓN DEL SISTEMA VOLTAJE NOMINAL 3F, 3Ø 60 Hz FACTOR DE POTENCIA: 0.9
---	---	--

DATOS					CALIBRE DE CONDUCTORES													
No. Equipo	CLAVE DEL EQUIPO	Kw	VOLT NOMINAL (V)	CORRIENTE NOMINAL I <sub>n</sub> (A)	AMPACIDAD					CAIDA DE VOLTAJE					SECCIÓN DEL COND SELEC	Ø DE TUBO CONDUIT (mm)		
					1.25 I <sub>n</sub>	FACTOR DE CORRECCION TOTAL	CORRIENTE SELEC I <sub>sc</sub> (A)	CAPACIDAD DEL CONDUCTOR (A)	SECCIÓN DEL CONDUCTOR	IMPEDANCIA (Ω/KM)	FACTOR DE POTENCIA	LONG (KM)	CAIDA DE VOLTAJE (Vc)	% DE CAIDA DE VOLTAJE				
	D	240	110	2.42	3.03	1	3.03	25	2.082	9.7	0.9	0.012	0.61	0.55	5.26	13		
	E	220	110	2.22	2.76	1	2.76	25	2.082	9.7	0.9	0.055	2.55	2.31	5.26	13		
	F	240	110	2.42	3.03	1	3.03	25	2.082	9.7	0.9	0.016	0.61	0.57	5.26	13		
	G	220	110	2.22	2.76	1	2.76	25	2.082	9.7	0.9	0.06	2.78	2.53	5.26	13		
	H	240	110	2.42	3.03	1	3.03	25	2.082	9.7	0.9	0.02	1.098	0.9	5.26	13		
	I	220	110	2.22	2.76	1	2.76	25	2.082	9.7	0.9	0.065	3.01	2.74	5.26	13		
	J	240	110	2.42	3.03	1	3.03	25	2.082	9.7	0.9	0.024	1.22	1.1	5.26	13		
	K	360	110	3.61	4.54	1	4.54	40	5.26	3.838	0.9	0.07	2.11	1.92	5.26	13		
	VE-2	1480	110	14.95	18.68	1	18.68	40	5.26	3.838	0.9	0.015	1.86	1.69	5.26	13		
	VE-14	780	110	7.87	9.84	1	9.84	25	2.082	9.7	0.9	0.01	1.65	1.5	5.26	13		
	V1-3	1480	110	14.95	18.68	1	18.68	40	5.26	3.838	0.9	0.008	1.58	1.436	5.26	13		
	V1-4	1480	110	14.95	18.68	1	18.68	55	8.367	2.6185	0.9	0.026	2.2	2	8.367	22		
	V1-5	526	110	5.32	6.65	1	6.65	25	2.082	9.7	0.9	0.008	0.89	0.81	5.26	13		
	TEP	6000	220	17.44	21.86	1	21.86	55	8.367	2.6185	0.9	0.06	5.94	2.7	8.367	25		
	TES	3000	220	8.74	10.93	1	10.93	40	5.26	3.838	0.9	0.06	4.35	1.98	8.367	25		
	AAE	2000	220	5.83	7.28	1	7.28	25	2.082	9.7	0.9	0.005	0.61	0.221	5.26	13		
	TCE-1	12860	440	37.49	46.87	1	46.87	55	8.367	2.6185	0.9	0.094	4.4	1.02	8.367	25		
	TCE-2	4490	440	6.54	8.18	1	8.18	40	5.26	3.838	0.9	0.094	10.2	2.32	5.26	13		
	TCE-3	12860	440	37.49	46.87	1	46.87	55	8.367	2.6185	0.9	0.06	4.53	2.89	8.367	25		

(1) LA CLAVE Y POTENCIA (KW) DEL MOTOR DEBE SER OBTENIDA DE LA LISTA DE MOTORES  
(2) PARA LA CORRIENTE A PLENA CARGA DE MOTORES VER TABLAS 3.7 A 3.9  
(3) PARA MOTORES EN OPERACIÓN CONTINUA LA SECCIÓN 430.22 DE LA NOM. ESTABLECE QUE LOS CONDUCTORES DEBEN TENER UNA CAPACIDAD DE AL MENOS UN 125% DE LA CORRIENTE A PLENA CARGA  
(4) FCT = (Fct) (Fca)  
FCT. FACTOR DE CORRECCIÓN TOTAL  
Fct. FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA  
Fca. FACTOR DE CORRECCIÓN POR AGRUPAMIENTO  
VER TABLA 3.11 A 3.16  
(5) CORRIENTE CORREGIDA PARA SELECCIÓN DEL CONDUCTOR  
I<sub>c</sub> = 1.25 I<sub>n</sub>/FCT  
(6) PARA EL TIPO Y CAPACIDAD DE CONDUCTOR VER TABLA 3.19  
(7) NO MÁS DE TRES CONDUCTORES EN TUBO CONDUIT EN CASO DE USAR MÁS DE UN CONDUCTOR POR FASE LA SECCIÓN DE CADA UNO DEBE SER LA MÍNIMA PARA CONDICIÓN DE CORTO CIRCUITO. (SÓLO PARA MOTORES DE GRAN CAPACIDAD)  
(8) VER TABLA 3.18  
(9) LONGITUD EN UN SENTIDO  
(10) PARA EL CASO GENERAL  
DONDE  $V_c = C \cdot I_n \cdot Z \cdot L$   
(11) SE SELECCIONARÁ EL CONDUCTOR DE MAYOR SECCIÓN CALCULADA  
EL CALIBRE MÍNIMO SERÁ 10 AWG (5.26 MM<sup>2</sup>)  
(12) % c = VC/100 ACEPTABLE MENOR DE 3%  
(13) VER TABLA 3.21  
Z.  $\sqrt{R \cos^2 \theta + X_L \sin^2 \theta}$   
I<sub>n</sub> = CORRIENTE NOMINAL A PLENA CARGA  
R = RESISTENCIA DEL CONDUCTOR  
X<sub>L</sub> = REACTANCIA DEL CONDUCTOR  
C = 2 PARA 1 FASE,  $\sqrt{3}$  PARA 3 FASES

Memorias de cálculo

HOJA DE CÁLCULO  
CÁLCULO DE CIRCUITOS ALIMENTADORES

DOC No

REV	POR	VERIFICÓ	APROB	FECHA
0				
1				
2				
3				

CLIENTE  
PROYECTO EDIFICIO TIPO COMERCIAL  
LUGAR DISTRITO FEDERAL

METODO DE INSTALACION <input checked="" type="checkbox"/> TUB AEREA <input type="checkbox"/> EN DUCTO SUB <input type="checkbox"/> CHAROLA	TIPO DE CONDUCTOR THH-THW TEMP. DE OPERACION 20°C TEMP. AMBIENTE 30°C FACTOR DE CORRECCION POR TEMPERATURA: 1 AGRUPAMIENTO: 1.0	INFORMACION DEL SISTEMA VOLTAJE NOMINAL 3F, 3H 60 Hz FACTOR DE POTENCIA: 0.9
--	---	--

DATOS					CALIBRE DE CONDUCTORES												
No Equipo	CLAVE DEL EQUIPO	Kw	VOLT NOMINAL (V)	CORRIENTE NOMINAL In (A)	AMPACIDAD				CAIDA DE VOLTAJE					SECCION DEL COND SELEC'	Ø DE TUBO CONDUIT (mm)		
					1.25 In	FACTOR DE CORRECCION TOTAL	CORRIENTE SELEC In (A)	CAPACIDAD DEL CONDUCTOR (A)	SECCION DEL CONDUCTOR	IMPEDANCIA (Ω/KM)	FACTOR DE POTENCIA	LONG (KM)	CAIDA DE VOLTAJE (Vc)			% DE CAIDA DE VOLTAJE	
	TCE-4	4490	440	6.54	8.18	1	8.18	40	5.26	3.838	0.9	0.66	3.58	0.81	5.26	13	
	TCE-5	4490	440	6.54	8.18	1	8.18	40	5.26	3.838	0.9	0.055	2.98	0.67	5.26	13	
	EP-1	16000	440	23.32	29.16	1	29.16	75	13.3	1.6767	0.9	0.07	5.92	1.34	13.3	25	
	EP-2	16000	440	23.32	29.16	1	29.16	75	13.3	1.6767	0.9	0.07	5.92	1.34	33.62	32	
	EP-3	16000	440	23.32	29.16	1	29.16	75	13.3	1.6767	0.9	0.07	5.92	1.34	33.62	32	
	CO-EP	4000	440	5.83	7.27	1	7.27	40	5.26	3.838	0.9	0.07	3.38	0.76	5.26	13	
	UMA-1	8674	440	12.64	15.8	1	15.8	40	5.26	3.838	0.9	0.06	6.3	1.43	8.367	25	
	UMA-2	8674	440	12.64	15.8	1	15.8	40	5.26	3.838	0.9	0.03	3.15	0.71	8.367	25	
	UMA-3	12860	440	37.49	46.87	1	46.87	55	8.367	2.6185	0.9	0.069	5.29	1.2	13.3	25	
	UMA-4	8674	440	12.64	15.8	1	15.8	40	5.26	3.838	0.9	0.039	2.79	0.63	8.367	25	
	UMA-5	12860	440	37.49	46.87	1	46.87	55	8.367	2.6185	0.9	0.075	7.97	1.81	13.1	25	
	UMA-6	8674	440	12.64	15.8	1	15.8	40	5.26	3.838	0.9	0.045	3.22	0.73	8.367	25	
	UMA-7	12860	440	37.49	46.87	1	46.87	55	8.367	2.6185	0.9	0.081	8.6	2.15	8.367	25	
	UMA-8	8674	440	12.64	15.8	1	15.8	40	5.26	3.838	0.9	0.051	3.65	0.83	8.367	25	
	UMA-9	12860	440	37.49	46.87	1	46.87	55	8.367	2.6185	0.9	0.087	5.91	1.34	13.3	25	
	UMA-10	12860	440	37.49	46.87	1	46.87	55	8.367	2.6185	0.9	0.057	3.87	0.88	13.3	25	
	UMA-11	12860	440	37.49	46.87	1	46.87	55	8.367	2.6185	0.9	0.091	6.18	1.4	13.3	25	
	UMA-12	12860	440	37.49	46.87	1	46.87	55	8.367	2.6185	0.9	0.063	4.27	0.97	13.3	25	
	VE-1	16803	440	24.49	30.62	1	30.62	95	21.15	1.0841	0.9	0.084	4.83	1.09	21.15	32	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)			

(1) LA CLAVE Y POTENCIA (KW) DEL MOTOR DEBE SER OBTENIDA DE LA LISTA DE MOTORES  
(2) PARA LA CORRIENTE A PLENA CARGA DE MOTORES VER TABLAS 3.7 A 3.9  
(3) PARA MOTORES EN OPERACION CONTINUA LA SECCION 430.22 DE LA NOM. ESTABLECE QUE LOS CONDUCTORES DEBEN TENER UNA CAPACIDAD DE AL MENOS UN 125% DE LA CORRIENTE A PLENA CARGA  
(4)  $FCT = (Fct) (Fca)$   
FCT, FACTOR DE CORRECCION TOTAL  
Fct, FACTOR DE CORRECCION POR TEMPERATURA  
Fca, FACTOR DE CORRECCION POR AGRUPAMIENTO  
VER TABLA 3.11 A 3.16  
(5) CORRIENTE CORREGIDA PARA SELECCION DEL CONDUCTOR  
 $I_c = 1.25 I_n / FCT$   
(6) PARA EL TIPO Y CAPACIDAD DE CONDUCTOR VER TABLA 3.19  
(7) NO MÁS DE TRES CONDUCTORES EN TUBO CONDUIT EN CASO DE USAR MÁS DE UN CONDUCTOR POR FASE LA SECCION DE CADA UNO DEBE SER LA MÍNIMA PARA CONDICION DE CORTO CIRCUITO. (SÓLO PARA MOTORES DE GRAN CAPACIDAD)  
(8) VER TABLA 3.18  
(10) LONGITUD EN UN SENTIDO  
(11) PARA EL CASO GENERAL  
DONDE  $V_c = C \cdot I_n \cdot Z \cdot L$   
(12)  $\% e = V_c / 100$  ACEPTABLE MENOR DE 3%  
 $Z = \sqrt{R \cos^2 Q + X_L \sin^2 Q}$   
In= CORRIENTE NOMINAL A PLENA CARGA  
R = RESISTENCIA DEL CONDUCTOR  
XL= REACTANCIA DEL CONDUCTOR  
C=2 PARA 1 FASE,  $\sqrt{3}$  PARA 3 FASES  
(13) SE SELECCIONARA EL CONDUCTOR DE MAYOR SECCION CALCULADA  
EL CALIBRE MÍNIMO SERA 10 AWG (5.26 MM<sup>2</sup>)  
(14) VER TABLA 3.21

# Memorias de cálculo

## HOJA DE CÁLCULO CÁLCULO DE CIRCUITOS ALIMENTADORES

DOC No \_\_\_\_\_

REV	POR	VERIFICÓ	APROB	FECHA
0				
1				
2				
3				

CLIENTE \_\_\_\_\_  
 PROYECTO EDIFICIO TIPO COMERCIAL  
 LUGAR DISTRITO FEDERAL

METODO DE INSTALACION <input checked="" type="checkbox"/> TUB AEREA <input type="checkbox"/> EN DUCTO SUB  <input checked="" type="checkbox"/> CHAROLA	TIPO DE CONDUCTOR THH-THW TEMP DE OPERACION 20°C TEMP AMBIENTE 30°C FACTOR DE CORRECCION POR TEMPERATURA 1 AGRUPAMIENTO 1.0	INFORMACION DEL SISTEMA VOLTAJE NOMINAL 3F, 3Ø 60 Hz FACTOR DE POTENCIA: 0.9
---	---	---

DATOS					CALIBRE DE CONDUCTORES												
No. Equipo	CLAVE DEL EQUIPO	Kw	VOLT. NOMINAL (V)	CORRIENTE NOMINAL In (A)	AMPACIDAD					CAIDA DE VOLTAJE					SECCION DEL COND SELEC	Ø DE TUBO CONDUIT (mm)	
					1.25 In	FACTOR DE CORRECCION TOTAL	CORRIENTE SELEC. Inel (A)	CAPACIDAD DEL CONDUCTOR (A)	SECCION DEL CONDUCTOR	C/F	IMPEDANCIA (Ω/M)	FACTOR DE POTENCIA	LONG. (KM)	CAIDA DE VOLTAJE (Vc)			% DE CAIDA DE VOLTAJE
	V1-1	2726	440	3.97	4.96	1	4.96	40	5.26	/	3.838	0.9	0.07	2.3	0.52	5.26	13
	V1-2	2726	440	3.97	4.96	1	4.96	40	5.26	/	3.838	0.9	0.09	2.95	0.67	5.26	13
	UP-2	953	440	1.39	1.736	1	1.736	40	5.26	/	3.838	0.9	0.07	0.8	0.183	5.26	13
	E	24240	220	35.34	44.17	1	44.17	75	13.3	/	1.6767	0.9	1.015	1.92	0.87	33.62	32
	SS	60190	220	87.75	109.7	1	109.7	130	33.62	/	0.709	0.9	0.005	0.673	3.06	33.62	32
	AE	4110	220	5.99	7.49	1	7.49	40	5.26	/	3.838	0.9	0.01	0.49	0.22	5.26	13
	CO	1200	220	1.75	2.186	1	2.186	40	5.26	/	3.838	0.9	0.06	0.87	0.395	5.26	13
	TC-1	40756	440	59.42	74.27	1	74.27	130	33.62	/	0.709	0.9	0.094	8.57	1.94	33.62	32
	ES-1	16000	440	23.32	29.16	1	29.16	55	8.367	/	2.6185	0.9	0.07	9.25	2.1	8.367	25
	CO-ES	2000	440	2.91	3.64	1	3.64	40	5.26	/	3.838	0.9	0.07	1.69	0.38	5.26	13
	TM-1	119600	440	174.37	217.96	1	217.96	225	85.01	/	0.1617	0.9	0.05	3.05	0.69	170.02	charola
	TM-2	119600	440	174.37	217.96	1	217.96	225	85.01	/	0.1617	0.9	0.05	3.05	0.69	170.02	charola
	TM-3	119600	440	174.37	217.96	1	217.96	225	85.01	/	0.1617	0.9	0.06	3.66	0.83	170.02	charola
	TM-4	119600	440	174.37	217.96	1	217.96	225	85.01	/	0.1617	0.9	0.06	3.66	0.83	170.02	charola
	BAH-1	12860	440	18.75	23.43	1	23.43	40	5.26	/	3.838	0.9	0.003	0.46	0.106	5.26	13
	BAH-2	12860	440	18.75	23.43	1	23.43	40	5.26	/	3.838	0.9	0.004	0.623	0.141	5.26	13
	BAH-3	12860	440	18.75	23.43	1	23.43	40	5.26	/	3.838	0.9	0.005	0.778	0.176	5.26	13
	VEE	2334	220	6.8	8.5	1	8.5	40	5.26	/	3.838	0.9	0.015	0.84	0.38	5.26	13
	VVE	3000	220	8.7	10.93	1	10.93	40	5.26	/	3.838	0.9	0.005	0.36	0.165	5.26	13

(1) LA CLAVE Y POTENCIA (KW) DEL MOTOR DEBE SER OBTENIDA DE LA LISTA DE MOTORES (2) PARA LA CORRIENTE A PLENA CARGA DE MOTORES VER TABLAS 3.7 A 3.9 (3) PARA MOTORES EN OPERACION CONTINUA LA SECCION 430.22 DE LA NOM. ESTABLECE QUE LOS CONDUCTORES DEBEN TENER UNA CAPACIDAD DE AL MENOS UN 125% DE LA CORRIENTE A PLENA CARGA (4) $FCT = (Fct) (Fca)$ FCT. FACTOR DE CORRECCION TOTAL Fct. FACTOR DE CORRECCION POR TEMPERATURA Fca. FACTOR DE CORRECCION POR AGRUPAMIENTO VER TABLA 3.11 A 3.16 (5) CORRIENTE CORREGIDA PARA SELECCION DEL CONDUCTOR $I_c = 1.25 I_n / FCT$	(6) PARA EL TIPO Y CAPACIDAD DE CONDUCTOR VER TABLA 3.19 (7) NO MÁS DE TRES CONDUCTORES EN TUBO CONDUIT EN CASO DE USAR MÁS DE UN CONDUCTOR POR FASE LA SECCION DE CADA UNO DEBE SER LA MINIMA PARA CONDICION DE CORTO CIRCUITO. (SÓLO PARA MOTORES DE GRAN CAPACIDAD) (8) VER TABLA 3.18 (10) LONGITUD EN UN SENTIDO (11) PARA EL CASO GENERAL DONDE $V_c = C I_a Z \cdot L$	$Z = \sqrt{R \cos^2 \theta + X_i \sin^2 \theta}$ I <sub>n</sub> = CORRIENTE NOMINAL A PLENA CARGA R = RESISTENCIA DEL CONDUCTOR X <sub>i</sub> = REACTANCIA DEL CONDUCTOR C = 2 PARA 1 FASE, $\sqrt{3}$ PARA 3 FASES (12) % c = VC 100 ACEPTABLE MENOR DE 3% (13) SE SELECCIONARA EL CONDUCTOR DE MAYOR SECCION CALCULADA EL CALIBRE MINIMO SERA 10 AWG (5.26 MM <sup>2</sup> ) (14) VER TABLA 3.21
---	--	---

# Memorias de cálculo

## HOJA DE CÁLCULO CÁLCULO DE CIRCUITOS ALIMENTADORES

DOC No \_\_\_\_\_

REV	POR	VERIFICO	APROB	FECHA
0				
1				
2				
3				

CLIENTE \_\_\_\_\_  
 PROYECTO EDIFICIO TIPO COMERCIAL  
 LUGAR DISTRITO FEDERAL

METODO DE INSTALACION <input checked="" type="checkbox"/> TUB. AEREA <input type="checkbox"/> EN DUCTO SUB  <input checked="" type="checkbox"/> CHAROLA	TIPO DE CONDUCTOR: THH-THW TEMP. DE OPERACION: 90°C TEMP. AMBIENTE: 30°C FACTOR DE CORRECCION POR TEMPERATURA: 1 AGRUPAMIENTO: 1.0	INFORMACION DEL SISTEMA VOLTAJE NOMINAL: 3F, 3H 60 Hz FACTOR DE POTENCIA: 0.9
--	--	--

DATOS					CALIBRE DE CONDUCTORES:											
No. Equipo	CLAVE DEL EQUIPO	Kw	VOLT. NOMINAL (V)	CORRIENTE NOMINAL In (A)	AMPACIDAD					CAIDA DE VOLTAJE					SECCION DEL COND. SELEC	Ø DE TUBO CONDUIT (mm)
					1.25 In	FACTOR DE CORRECCION TOTAL	CORRIENTE SELEC In (A)	CAPACIDAD DEL CONDUCTOR (A)	SECCION DEL CONDUCTOR	IMPEDANCIA (ΩM)	FACTOR DE POTENCIA	LONG. (KM)	CAIDA DE VOLTAJE (Vc)	% DE CAIDA DE VOLTAJE		
	CCM	83777	220	24.42	30.53	1	30.53	75	13.3	1.6767	0.9	0.04	3.54	0.8	13.3	25
	CCM-AAE	156596	440	228285.38	285.38	1	285.38	290	126.7	0.2417	0.9	0.006	0.716	0.162	126.7	charola
	TD-2	47203	220	137.63	172.04	1	172.04	195	53.48	0.392	0.9	0.036	5.07	1.15	53.48	charola
	CCM-AAE	26720	440	38.95	48.7	1	48.7	75	13.3	1.6767	0.9	0.045	6.36	1.446	13.3	25
	TDE-1	28074	220	81.86	102.32	1	102.3	130	33.62	0.709	0.9	0.014	1.759	0.799	33.62	32
	TED-2	53267	220	155.32	194.15	1	194.15	195	67.43	0.392	0.9	0.014	1.845	0.838	67.43	charola
	TGE	297129	440	433.2	541.5	1	541.5	585	202.29	1.176	0.9	0.004	4.41	1	202.29	charola
	TG-1	4004480	440	589.71	737.1	1	737.1	BARRAS			0.9					
	TG-2	402520	440	586.85	733.5	1	733.5	BARRAS			0.9					
	TFE-1	40500	440	59	73.8	1	73.9	95	21.15	1.0841	0.9	0.012	1.663	0.377	21.15	32
	TFE-2	67500	440	98.41	123.01	1	123.01	130	33.62	0.709	0.9	0.038	5.74	1.3	53.48	charola
	TF-1	27000	440	39.36	49.2	1	49.2	75	13.3	1.6767	0.9	0.012	1.71	0.3896	13.3	25
	TF-2	67500	440	98.41	123.01	1	123.01	130	33.62	0.709	0.9	0.038	5.74	1.3	53.48	charola

(1) LA CLAVE Y POTENCIA (KW) DEL MOTOR DEBE SER OBTENIDA DE LA LISTA DE MOTORES  
 (2) PARA LA CORRIENTE A PLENA CARGA DE MOTORES VER TABLAS 3.7 A 3.9  
 (3) PARA MOTORES EN OPERACION CONTINUA LA SECCION 430.22 DE LA NOM. ESTABLECE QUE LOS CONDUCTORES DEBEN TENER UNA CAPACIDAD DE AL MENOS UN 125% DE LA CORRIENTE A PLENA CARGA  
 (4)  $FCT = (Fca) (Fca)$   
 FCT, FACTOR DE CORRECCION TOTAL  
 Fca, FACTOR DE CORRECCION POR TEMPERATURA  
 Fca, FACTOR DE CORRECCION POR AGRUPAMIENTO  
 VER TABLA 3.11 A 3.16  
 (5) CORRIENTE CORREGIDA PARA SELECCION DEL CONDUCTOR  
 $Ic = 1.25 I_n / FCT$   
 (6) PARA EL TIPO Y CAPACIDAD DE CONDUCTOR VER TABLA 3.19  
 (7) NO MÁS DE TRES CONDUCTORES EN TUBO CONDUIT EN CASO DE USAR MÁS DE UN CONDUCTOR POR FASE LA SECCION DE CADA UNO DEBE SER LA MINIMA PARA CONDICION DE CORTO CIRCUITO. (SÓLO PARA MOTORES DE GRAN CAPACIDAD)  
 (8) VER TABLA 3.18  
 (10) LONGITUD EN UN SENTIDO  
 (11) PARA EL CASO GENERAL DONDE  $V_c = C I_n Z \cdot L$   
 $Z = \sqrt{R \cos^2 Q + X_L \sin^2 Q}$   
 In= CORRIENTE NOMINAL A PLENA CARGA  
 R = RESISTENCIA DEL CONDUCTOR  
 XL= REACTANCIA DEL CONDUCTOR  
 C=2 PARA 1 FASE.  $\sqrt{3}$  PARA 3 FASES  
 (12) %e= VC. 100 ACEPTABLE MENOR DE 3%  
 (13) SE SELECCIONARA EL CONDUCTOR DE MAYOR SECCION CALCULADA EL CALIBRE MINIMO SERA 10 AWG (2.6 MM<sup>2</sup>)  
 (14) VER TABLA 3.21

### **3.3 Capacidad de la subestación**

Una subestación eléctrica aloja los diferentes equipos de maniobra, como son: los transformadores de potencia, los equipos de interrupción, desconexión y protección, así como los equipos de medición, control de motores y alarmas.

Retomando el punto 2.2.5, en donde se hace mención brevemente de la disposición y características más convenientes de los elementos de la subestación, mencionados en el párrafo anterior, y considerando que en nuestro proyecto esto constituye una de las tareas más importantes, es por lo tanto preciso trazar una vista de la planta de la subestación donde aparezca en forma trifásica (si es trifásica la instalación) las conexiones de los aparatos. También debe hacerse una vista de elevación, con varios cortes, con el objeto de indicar, entre otras cosas, la altura de seguridad entre el conductor y el suelo o entre el conductor y la estructura, a fin de que éstas no tengan valores que excedan los establecidos por las normas de seguridad ( NOM -001-SEMP-1994 Artículo 2404 ) que puedan poner en peligro la vida de las personas. El corte transversal será de utilidad además para indicar la altura de cimentación donde se alojan los aparatos.

En este apartado se define el procedimiento para determinar la capacidad de la subestación eléctrica, considerando los equipos siguientes:

- **Transformadores de potencia:** El objeto de este procedimiento es proporcionar un método para seleccionar la capacidad más adecuada del transformador para soportar la carga demandada sin acortamiento de su vida normal por sobrecalentamiento del aislamiento, y también la capacidad adecuada considerando ampliaciones futuras.

En nuestro caso se tiene una subestación del tipo secundario selectivo, es decir, con dos transformadores unidos por un interruptor de enlace abierto normalmente.

Por lo que respecta a las cargas de operación, éstas tienen muy poca fluctuación debido a que existe muy poca carga de motores, como se ve en la tabla 3.22, de la cual tomamos los

siguientes datos útiles para la determinación de la capacidad del transformador, como se muestra a continuación :

$$kW_{\text{instalados}} = 993 \text{ kW}$$

$$kW_{\text{demandados}} = 806 \text{ kW}$$

Aplicando la ecuación:

$$kVA = \frac{kW_{\text{demandados}}}{\text{factor de potencia}} \quad \text{Ecuación 3.19}$$

Donde: kVA = kVA transformador.

$$kVA = \frac{806 \text{ kW}}{0.9} = 895 \text{ kVA}$$

De acuerdo al resultado obtenido, el transformador que se utilizaría es de 1000 kVA con 105 kVA futuros a conectar.

Sus características eléctricas son: transformador de potencia de 1000 kVA, 3 fases, 3 hilos, 60 Hz, impedancia del transformador de  $7.3 \Omega$  conexión delta-estrella, dándose en el capítulo 4 las especificaciones más detalladas de dicho transformador.

- Tableros de alta tensión 23 kV: Estos tableros son adecuados para la protección eléctrica de los transformadores de potencia. Las condiciones de seguridad que se deben considerar son las siguientes:
  - a) Permitir la circulación de corriente máxima del transformador.
  - b) Protección contra sobrecorriente según el artículo 450-3 de la NOM- 001-SEMP-1994 tabla 3.23.
  - c) Permitir la circulación de la corriente de magnetización del transformador.
  - d) Proteger al transformador según su curva ANSI.

La bases para calcular estos tableros es la corriente nominal del primario del transformador ( $I_{np}$ ) donde se consideran los siguientes datos del mismo:

$$\text{Capacidad del transformador} = 1000 \text{ kVA}$$

$$\text{Tensión} = 23 \text{ kV}$$

Aplicando la ecuación:

$$I_{n_p} = \frac{kVA}{\sqrt{3}(kV)} \quad \text{Ecuación 3.20}$$

Donde:

$I_{n_p}$  = corriente nominal del primario del transformador.

kVA = capacidad del transformador en kVA.

kV = Tensión del lado primario del transformador en kV.

Sustituyendo datos nos queda:

$$I_{n_p} = \frac{1000 \text{ kVA}}{\sqrt{3}(23 \text{ kV})} = 25.1 \text{ A}$$

Para calcular la capacidad del interruptor:

$$I_{sel} = (I_{n_p})F \quad \text{Ecuación 3.21}$$

Donde:

$I_{sel}$  = Corriente de selección del interruptor.

$I_{n_p}$  = Corriente nominal del primario del transformador.

F = valor obtenido de tabla 3.23 donde nosotros consideramos F = 200%

$$I_{sel} = (25.1 \text{ A})(2)$$

$$I_{sel} = 50.2 \text{ A}$$

Sus características eléctricas son: Tablero de alta tensión 23 kV, 3 fases, 3 hilos, 60Hz, que alojará un interruptor de aire con 3 fusibles de 63 A. Más especificaciones se encuentran en el capítulo 4.

- Tablero general de servicio normal en baja tensión 440 volts: Estos tableros son adecuados para la protección de todos los alimentadores que dan servicio normal al edificio, además contienen 2 interruptores principales electromagnéticos y 1 interruptor de enlace.

La base para calcular estos tableros, es la corriente nominal del secundario del transformador, de donde se consideran los siguientes datos:

$$\text{Capacidad del transformador} = 1000 \text{ kVA}$$

$$\text{Tensión} = 440 \text{ V}$$

Aplicando la ecuación 3.20:

$$I_{n_s} = \frac{1000 \text{ kVA}}{\sqrt{3}(.44 \text{ kV})} = 1312.19 \text{ A}$$

Para la selección del interruptor electromagnético de acuerdo con el artículo 450-3(b)(2) de la NOM-001-SEMP-1994 se afecta el valor de la corriente seleccionada según la siguiente ecuación:

$$I_{im} = F I_{n_s} \quad \text{Ecuación 3.22}$$

Donde:

$I_{im}$  = Corriente para selección del interruptor en amperes.

F = Ajuste no mayor al 125% de la corriente nominal.

$I_{n_s}$  = Corriente nominal en la secundario del transformador.

Por lo tanto:

$$I_{im} = (1.25)(1312.19) = 1640 \text{ A}$$

Sus características eléctricas son: Tablero general de baja tensión 440 V, 3 fases, 3 hilos, 60 Hz, que alojará 2 interruptores electromagnéticos principales de 3p-1800 A y 1 interruptor electromagnético de 3p-1800 A, además de 11 interruptores termomagnéticos derivados.

- Tablero general de emergencia de baja tensión 440 volts: Estos tableros son adecuados para la protección de todos los alimentadores que dan servicio de emergencia al edificio. Para calcular estos tableros, se calcula la corriente nominal del tablero en base a los kW demandados, donde se consideran los siguientes datos:

$$\text{kW}_{\text{Demandados}} = 297 \text{ kW}$$

$$\text{Tensión} = 440 \text{ V} = 0.44 \text{ kV}$$

$$\text{f.p.} = 0.9$$

Aplicando la ecuación:

$$I_n = \frac{\text{kW}_{\text{Demandados}}}{\sqrt{3}(\text{kV})\text{f.p.}} \quad \text{Ecuación 3.23}$$

$$I_n = \frac{297 \text{ kW}}{\sqrt{3}(.44 \text{ kV})0.9} = 433.01 \text{ A}$$



Para calcular el interruptor termomagnético y considerando un 30% de carga a futuro se tiene la siguiente ecuación:

$$I_{int} = I_n + 0.30 I_n \quad \text{Ecuación 3.24}$$

$$I_{int} = 433 + 0.30(433) = 562.9 \text{ A}$$

En base al cálculo anterior se considera un interruptor comercial de 3 p – 700 A.

Sus características eléctricas son: tablero general de emergencia 440 volts, 3 fases, 3 hilos 60 Hz, con interruptor general termomagnético de 3 p – 700 A y 6 interruptores derivados de 3 p – 100 A, más información se puede consultar en el subtema 4.4.

- Tablero de transferencia 440 volts: Este tablero es adecuado para alojar los interruptores termomagnéticos que automáticamente harán que entre en funcionamiento la planta de emergencia en caso de falla normal del suministro de energía eléctrica.

Sus características eléctricas son: Tablero de transferencia 3 fases, 3 hilos, 60 HZ con dos interruptores termomagnéticos de 3 p – 700 A y un relevador de bajo voltaje para sensar ausencia de voltaje y accesorios de control para una buena transferencia cuando ésta sea requerida. En el subtema 4.4 se encuentran más información del mismo.

Otros factores que intervienen para determinar las dimensiones son:

- a) Cercanía de tableros a transformadores. Los tableros de baja tensión (de 50 hasta 1000 V según NOM) conectados a gargantas de transformadores deben situarse lo más cerca posible del transformador debido al costo de las barras en ducto y los cables.
- b) Dimensión de los equipos.
  - Para efectuar el arreglo definitivo de la subestación, se requiere de dibujos certificados del fabricante.
  - La altura de los CCM ( CCM: centro de control de motores) para interiores está normalizada a 229 cm según la norma NEMA, ICS. 2-322.60. La altura de los tableros de distribución no se encuentra normalizada.

- Las dimensiones en planta de tableros de distribución y CCM no están normalizadas y varían dependiendo del fabricante. El número de secciones verticales también varía según el número de interruptores que puedan alojar.

c) Espacios necesarios.

- La norma NOM dice simplemente que deben dejarse espacios libres alrededor de los tableros de piso para fines de operación y mantenimiento en forma segura y con un nivel de iluminación adecuada.
- La separación entre equipos debe satisfacer el tránsito eventual o traslado para reparaciones mayores o sustituciones por lo que los pasillos de acceso de los equipos tendrán una dimensión mínima de 30 cm más que el ancho del equipo mayor y se recomienda dejar 1.5 m en el frente del equipo principal (transformadores, tableros de distribución, CCM e interruptores) y 1.3 m en la parte posterior y en las laterales. Sobre la parte superior de los gabinetes de los tableros y hasta el techo se debe dejar una altura libre mínima de 1.1 m para permitir la colocación de charolas para cables, barras en ducto, unidades de iluminación, etc.
- Las partes vivas están resguardadas al estar contenidas en tableros blindados, pero si en la subestación se llegara a tener elementos con potencial mayor de 150 V a tierra, sin un recubrimiento aislante adecuado se debe cumplir con las distancia enunciadas anteriormente.

d) Condiciones de los locales

- No debe emplearse como almacenes, talleres o para otras actividades que no estén relacionadas con el funcionamiento y operación del equipo.
- Se deben instalar tarimas y tapetes en el piso, en frente y a lo largo de los gabinetes de alta y baja tensión. La tarima puede construirse de madera o de fibra de vidrio, su armado debe ser sin partes metálicas y con superficie antiderrapante y con orillas viseladas. Los tapetes pueden ser de hule, acrílico, linoleo, PVC, etc.
- Cuando el piso tiene las bases para la colocación de los equipos, se pondrá tanto la tarima como el tapete. La altura de las tarimas debe ser tal que,

quede a ras con la altura de las bases. Cuando el piso no tiene las bases para los equipos se podrá colocar solamente el tapete.

Conductores y canalizaciones. Éstos deberán ser los adecuados para cada área, según su utilización:

- a) Alta tensión. La interconexión entre el primario de un transformador de potencia y la acometida de la compañía suministradora de alta tensión podrá ser mediante cables aislados para alta tensión. La interconexión puede hacerse de las maneras siguientes:
  - En ductos subterráneos desde la línea aérea hasta el tablero de distribución.
  - Parte en ducto subterráneo y el complemento en trincheras.
  - Cuando no se puede utilizar ducto subterráneo se utilizará tubería *conduit* o charola aérea.
- b) Baja tensión. El acoplamiento del secundario del transformador al tablero de distribución podrá ser con barras o con cable aislado, habiéndose calculado el calibre.

Equipo de seguridad. Éste estará constituido por un gabinete metálico con equipo de seguridad (casco, guantes, gafas, alicantes y pértiga de 1.22 m como mínimo), así como un extinguidor de tipo seco de polvo químico.

Tablero General de Emergencia

Nombre	Ident.	volts	kW <sub>instaladas</sub>
Tablero TDE-1	TDE-1	440	28.074
Tablero TDE-2	TDE-2	440	53.267
CCM-AAE	CCM-AAE	440	156.598
Equipo hidron. agua pot.-3	TCE-1	440	12.86
Bomba Jochey incendio	TCE-2	440	4.49
Tanque torment. sót. 4	TCE-3	440	12.86
Cárcamo aguas negras sót.3	TCE-4	440	4.49
Cárcamo achique sótano 4	TCE-5	440	4.49
Elevador público-1 5° nivel	EP-1	440	16
Elevador público-2 5° nivel	EP-2	440	16
Elevador público-3 5° nivel	EP-3	440	16
Control Elevador público 5°	CO-EP	440	4
Total kW			329.129

Tabla 3.22. Relación de cargas para cálculo de transformadores (continúa).

Tablero General - 1 (TG-1)

Nombre	Ident.	volts	kW <sub>instaladas</sub>	kW <sub>demandados</sub>
Alumbrado contactos sót 1	E	220	24.24	19.392
Tablero TD-2	TD-2	220	65.5	46.243
Tablero gral. emergencia	TGE	440	329.129	297
Sistema control incendios	TC-1	440	40.726	40.726
Total kW			459.595	403.361

Tablero General - 2 (TG-2)

Nombre	Ident.	volts	kW <sub>instaladas</sub>	kW <sub>demandados</sub>
Elevador servicio 5º nivel	ES-1	440	16	16
Control Elevador	CO-ES	440	2	2
Terminal - 1	Tm-1	440	119	89
Terminal - 2	Tm-2	440	119	90
Terminal - 3	Tm-3	440	119	90
Terminal - 4	Tm-4	440	119	90
Tablero CCM-AA	CCM-AA	440	38.5	25.52
Total kW			532.5	402.52

Capacidad Subestación

Nombre	Ident.	volts	kW <sub>instaladas</sub>	kW <sub>demandados</sub>
Tablero General - 1	TG-1	440	459.595	403.361
Tablero General - 2	TG-2	440	532.5	402.52
Total kW			992.095	805.881

Tabla 3.22. Relación de cargas para cálculo de transformadores.

Máximo rango o ajuste para el dispositivo contra sobrecorriente para transformadores de más de 600 V <sup>3</sup>			
primario		secundario	
más de 600 V		más de 600 V	600 V ó menos
Impedancia del transformador	Ajuste del interruptor	Ajuste del interruptor	Ajuste del interruptor
No más de 6%	600%	300%	250%
Más de 6% y no más de 10%	400%	250%	250%

Tabla 3.23. Rango para el dispositivo contra sobrecorriente en transformadores.

<sup>3</sup> Tomada de la tabla 450-3 (a)(2) b de la NOM-001-SEMP-1994

### 3.4 Sistema de emergencia

El presente procedimiento, para la determinación del sistema de emergencia, cubre los requisitos básicos para la selección del generador eléctrico adecuado. Este equipo está destinado para alimentar, distribuir y controlar la energía eléctrica usada para la alimentación de circuitos de iluminación y/o fuerza, cuando es interrumpido el suministro normal de energía, así como en caso de falla del equipo que suministra, distribuye y controla la fuerza y la iluminación necesaria para la seguridad de la vida humana. (Ver artículo 700-Sistemas de emergencias de la NOM-001-SEMP-1994).

Los sistemas de emergencia deben tener la capacidad nominal adecuada para la operación simultánea de todas las cargas que alimenten. Ver tabla 3.24 relación de cargas de emergencia.

Tablero General de Emergencia

Nombre	Ident.	Volts	kW <sub>instaladas</sub>
Tablero TDE-1	TDE-1	440	28.074
Tablero TDE-2	TDE-2	440	53.267
CCM-AAE	CCM-AAE	440	156.598
Equipo hidron. agua pot.-3	TCE-1	440	12.86
Bomba Jockey incendio	TCE-2	440	4.49
Tanque torment. sót. 4	TCE-3	440	12.86
Cárcamo aguas negras sót.3	TCE-4	440	4.49
Cárcamo achique sótano 4	TCE-5	440	4.49
Elevador público-1, 5° nivel	EP-1	440	16
Elevador público-2, 5° nivel	EP-2	440	16
Elevador público-3, 5° nivel	EP-3	440	16
Control Elevador público 5°	CO-EP	440	4
		Total kW	329.129

Tabla 3.24. Relación de cargas de emergencia.

Para el servicio de emergencia y de acuerdo a la carga total instalada que es igual a la carga total demandada, cuyo valor es de 329.129 kW y cubriendo el margen de seguridad del 20% que se maneja en términos generales, se ha dotado al edificio de una planta de emergencia de 350 kW continuos y de 395 kW de emergencia, protegiéndose con un interruptor termomagnético de 700 A, que es accionada por un motor de combustión interna que mueve un

generador de 3 fases, 3 hilos, 60 Hz a una tensión de 440 volts, factor de potencia 0.8, automática.

La planta se localiza en el local junto a la subestación y al interrumpirse el suministro normal de energía eléctrica, ya sea en todas o cualquiera de sus fases, y al existir variaciones de voltaje abajo del 80 % del nominal, la planta arrancará automáticamente.

El equipo de control de transferencia automática deberá transferir la energía de la planta eléctrica al circuito de emergencia.

### **3.5 Cálculo de corto circuito**

El corto circuito es una condición indeseable en un sistema eléctrico, pero que lamentablemente se puede presentar eventualmente, por diversos orígenes, como son:

- Una sobretensión por descarga atmosférica.
- Una falla de aislamiento por envejecimiento prematuro.
- Alguna maniobra errónea.

Por lo que en estas condiciones se debe estar en posibilidad de conocer en todos los puntos de una instalación eléctrica las magnitudes de las corrientes de corto circuito.

Los estudios de corto circuito son necesarios en los sistemas eléctricos en todas sus etapas, es decir desde la generación hasta la utilización de la energía eléctrica.

Un estudio de corto circuito da información que sirve para:

- Conocer las corrientes de corto circuito para diferentes puntos del sistema eléctrico.
- Determinar las características interruptivas de los elementos de desconexión.
- Hacer estudios térmicos y dinámicos, debidos a los efectos de las corrientes de corto circuito en algunos elementos del sistema eléctrico (barras, tableros, cables, etc.).
- Realizar un estudio para la selección y coordinación de los dispositivos de protección contra las corrientes de corto circuito.

- Relacionar los efectos del estudio de corto circuito con otros estudios de flujos de carga, estudios de estabilidad, etc.

### *Tipos de fallas a estudiar*

En un sistema eléctrico de potencia en la realidad existe la posibilidad de que se presenten diferentes tipos de fallas por corto circuito, en general se pueden mencionar las siguientes:

- Falla de línea a tierra (Fase a tierra).
- Falla de línea a línea (Fase a Fase).
- Falla Trifásica.

En los sistemas eléctricos se puede observar que en términos generales la falla por corto circuito que tiene la probabilidad de ocurrencia mayor, es la denominada de línea a tierra y en orden descendente seguiría la de línea a línea, quedando en último término la falla trifásica, cuya ocurrencia se presenta principalmente por causas accidentales.

Con el propósito de determinar las características del equipo de protección, así como la protección misma y los estudios de esfuerzos electrodinámicos en una subestación eléctrica, normalmente se efectúan estudios de corto circuito para fallas:

- De línea a tierra
- Trifásica

La primera será la más probable de ocurrir como ya se mencionó, y la segunda, porque a pesar de ser la menos probable en ocurrencia es la que puede someter a los equipos, máquinas y/o aparatos, a los esfuerzos más severos, y además, desde el punto de vista analítico resulta la más fácil de estudiar y sus resultados son bastante satisfactorios para las distintas aplicaciones, especialmente en instalaciones eléctricas de distribución o las denominadas instalaciones y subestaciones eléctricas tipo industrial.

### *Método para el cálculo de corto circuito*

Existen varios métodos que permiten determinar las corrientes de corto circuito en un sistema eléctrico. En general, los cálculos más complejos proporcionan mayor exactitud, por lo que de acuerdo al grado de exactitud que se requiera, deberá emplearse para determinar las corrientes de corto circuito alguno de los siguientes métodos.

- Método de los MVA'S.
- Método óhmico.
- Método por unidad.
- Método E/X simplificado.
- Método E/X corregido por decrementos de corriente alterna y corriente directa.
- Método de las componentes simétricas.

Actualmente se han desarrollado programas de cómputo para el cálculo de corrientes de corto circuito trifásico y monofásico, basados en los métodos mencionados anteriormente. Por nuestra parte utilizaremos el programa de cómputo llamado EDSA, basado en Windows 95 y Autocad.

Este programa de corto circuito consta de dos partes:

- Programa de corto circuito trifásico, el cual está basado en la información de la matriz de impedancia nodal  $Z$  bus, y en el método E/X corregido por decrementos de corriente alterna y corriente directa, además de las recomendaciones del estándar 141 del IEEE y a la Norma ANSI/IEEE C37.010/1979 .
- Programa de corto circuito monofásico, el cual está basado en la formación de la matriz de impedancia nodal  $Z$  bus y en el método de las componentes simétricas. Aunque la parte fundamental del corto circuito se encuentra en el análisis de una falla trifásica.

Los fundamentos teóricos del programa EDSA para el cálculo de corto circuito se tratan a continuación.

#### *Características de las corrientes de corto circuito*

En una falla trifásica de cualquier sistema, la componente de corriente alterna puede producir que la onda de corriente tenga la máxima asimetría; por otra parte la componente de corriente directa es la que causa que la corriente total sea asimétrica, siendo su magnitud inicial, en  $t=0$ ,  $\sqrt{2}$  veces la magnitud rms inicial de la corriente subtransitoria ( $I''$ ). Ver figura 3-3.



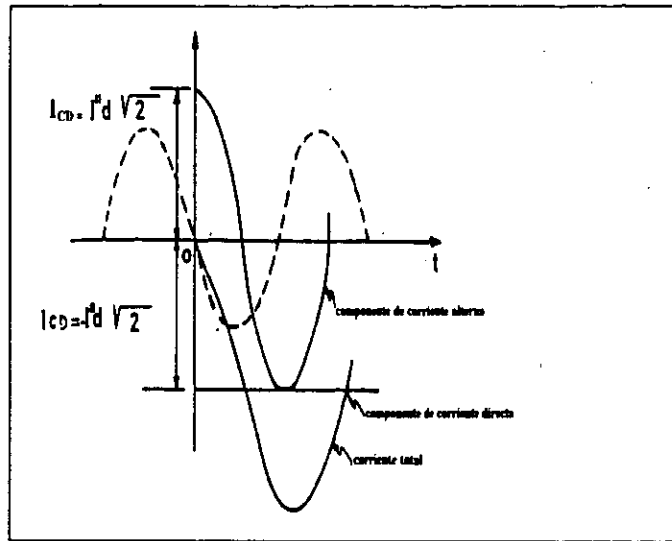


Figura 3-3. Valor inicial de las componentes de corriente directa y alterna simétrica, para el caso de máxima asimetría.

La magnitud de la corriente simétrica (componente de corriente alterna) puede permanecer esencialmente constante en su valor inicial o puede verse reducida a medida que pasa el tiempo.

Las corrientes de corto circuito producidas por fuentes remotas se consideran, generalmente, corrientes simétricas esencialmente constantes, es decir, fuentes de corrientes de corto circuito sin decaimiento de la componente de corriente alterna.

Las corrientes de corto circuito cerca de las máquinas giratorias tienen componentes de corriente alterna que decaen con respecto al tiempo. Ver figura 3-4.

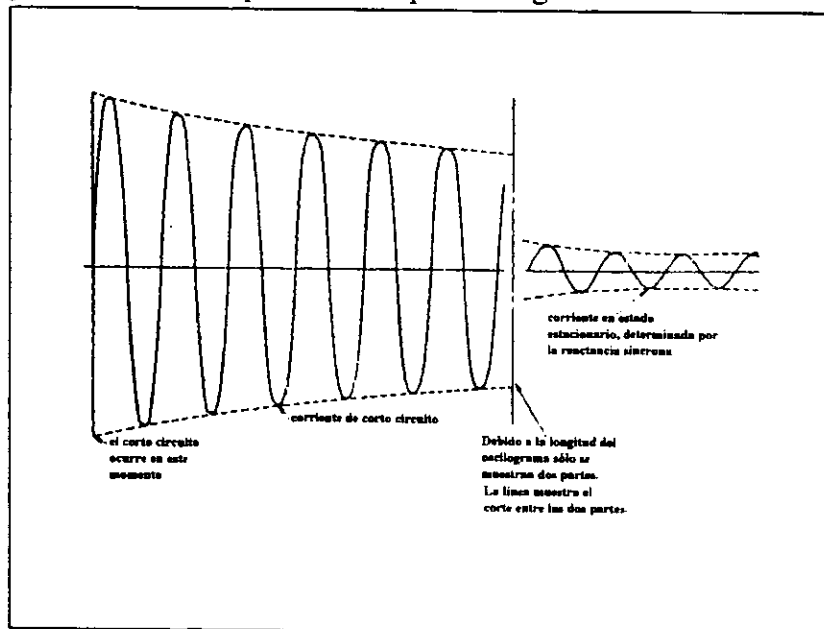


Figura 3-4. Oscilograma de la corriente de corto circuito producida por un generador.

La componente de corriente directa siempre decae hacia cero, ver figura 3-5, y su relación de decaimiento está determinada por una constante de tiempo que es función de la relación (inductancia/resistencia)  $L/R$  del circuito ( $T_{cd} = LR > \text{seg}$ ), es decir, es operacional a la relación (reactancia/resistencia)  $X/R$  del circuito.

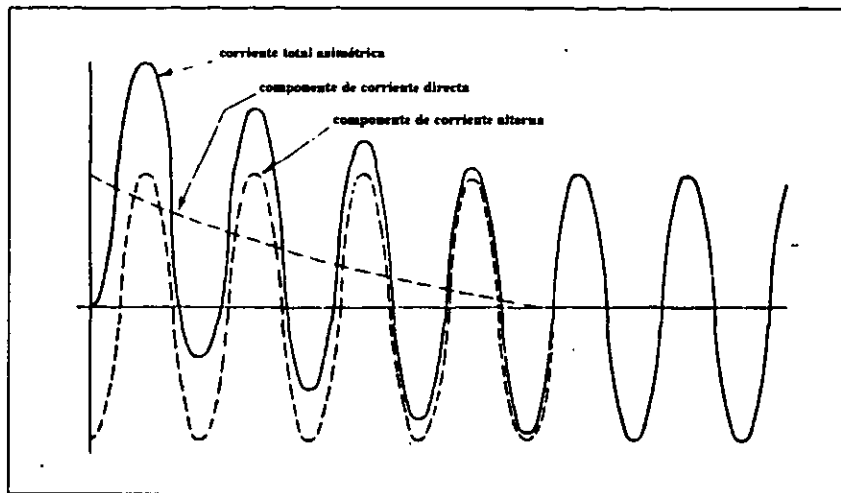


Figura 3-5. Oscilograma mostrando el decaimiento y efecto de la componente de corriente asimétrica.

Para relaciones  $X/R$  grandes, la componente de corriente directa permanece con un valor apreciable por tiempo considerable.

Por otra parte, las capacidades de los interruptores son expresadas en corrientes eficaces (rms), por lo que la corriente rms de corto circuito, impuesta por el sistema de potencia es la que se debe comparar con la capacidad de los interruptores.

La corriente rms simétrica es la envolvente positiva de la componente de corriente alterna dividida por  $\sqrt{2}$ .

La corriente de corto circuito rms total (asimétrica) es la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de la corriente rms simétrica y de la componente de corriente directa, es decir:

$$I_{rms\ tot} = \sqrt{(I_{rms\ ca})^2 + (I_{cd})^2} \quad \text{Ecuación 3.25}$$

Esta definición se aplica no únicamente a la determinación de los niveles de corto circuito, sino también a la evaluación de las capacidades de los interruptores, con el objeto de que las cantidades comparadas tengan la misma base.

Con esta definición los valores de corriente rms se pueden obtener en cualquier tiempo particular. Éstos se correlacionan, casi exactamente igual, con el verdadero valor rms cubierto por el ciclo completo, para el cual el tiempo es el punto medio.

Por ejemplo, de acuerdo a la definición anterior, la corriente rms total en el primer ciclo es aproximadamente igual a la determinada usando las componente en el punto medio del ciclo.

La expresión completa de las corrientes rms total de cortocircuito incluye 3 términos de corriente alterna y uno de corriente directa, y todos, excepto el que incluye la impedancia síncrona, son de naturaleza transitoria y decaen exponencialmente a cero. Las relaciones matemáticas de estas corrientes se muestran a continuación y están tomadas de acuerdo al manual de IEEE estándar 141:

$$I_{rms\ ca} = (I'' - I')e^{-\tau/T''} + (I' - I_s)e^{-\tau/T'} + I_s$$

$$= (E/Z'' - E/Z')e^{-\tau/T''} + (E/Z' - E/Z_s)e^{-\tau/T'} + E/Z_s \quad \text{Ecuación 3.26}$$

$$I_{cd} = \sqrt{2} (E/Z'')e^{-\tau/T_{cd}} \quad \text{Ecuación 3.27}$$

Donde:

$I_{rms\ ca}$  = Componente de corriente alterna.

$I_{cd}$  = Componente de corriente directa.

$\tau$  = Lapso de tiempo entre la iniciación del corto circuito y punto medio del ciclo deseado.

$T''$  = Constante de tiempo subtransitoria.

$T_{cd}$  = Constante de tiempo de corriente directa.

$E$  = Voltaje valor eficaz.

$I_s$  = Corriente síncrona.

- $Z_s$  = Impedancia síncrona.
- $I'$  = Corriente transitoria.
- $T'$  = Constante de tiempo transitoria.
- $Z'$  = Impedancia transitoria.
- $Z''$  = Impedancia subtransitoria.
- $I''$  = Corriente subtransitoria.

Si en la ecuación 3.26 hacemos que  $\tau = 0$ , tenemos que:

$$I_{rms\ ca} = E/Z'' \quad \text{Ecuación 3.28}$$

Si en la ecuación 3.27 hacemos que  $\tau = 0$ , entonces:

$$I_{cd} = \sqrt{2} E/Z'' \quad \text{Ecuación 3.29}$$

Si sustituimos las ecuaciones 3.28 y 3.29 en la ecuación 3.25 obtenemos la corriente rms total, es decir :

$$I_{rms\ total} = \sqrt{(E/Z'')^2 + (\sqrt{2} E/Z'')^2}$$

$$I_{rms\ total} = \sqrt{3} E/Z'' \quad \text{Ecuación 3.30}$$

En los procedimientos simplificados de cálculo se han normalizado factores que afectan a  $E/Z''$  que son diferente a  $\sqrt{3}$ , para determinar la corriente total de corto circuito en tiempos diferentes a  $t=0$  (instante en que ocurre la falla), los procedimientos a seguir simulan el comportamiento de una fase del sistema trifásico bajo falla, resolviendo diagramas de impedancias (o reactancias), de los cuales se derivan valores de corriente rms simétricas, los cuales a su vez se convierten en valores finales de corrientes totales por medio de factores que corresponden a la manera en la cual se expresa la capacidad o la limitación de una componente particular.

#### *Simetría y asimetría de la corriente de corto circuito*

Las ondas de corriente de corto circuito en los sistemas industriales son principalmente de forma senoidal. La resistencia de los circuitos de potencia normales es de poca importancia en comparación con su reactancia. Además, cuando ocurre un corto circuito, la mayor parte de la resistencia se elimina permaneciendo un circuito altamente reactivo.

Si en este circuito ocurre una falla en el instante del voltaje pico de la onda, la corriente de corto circuito comienza casi en cero y su onda senoidal que debe estar 90 grados fuera de fase con respecto a la de voltaje, es totalmente simétrica con respecto al eje cero.

Si el corto circuito ocurre en el punto cero de la onda de voltaje, la corriente, también con inicio en cero, no se puede incrementar con el voltaje, ni permanecer en fase con él. La onda de corriente debe retrasarse 90 grados con respecto al voltaje, y por lo tanto se desplaza del eje cero. A medida que el voltaje se aproxima a su pico, la onda de corriente continúa incrementándose hasta que el voltaje se vuelve cero, produciendo una corriente de corto circuito asimétrica. Ver figura 3-6.

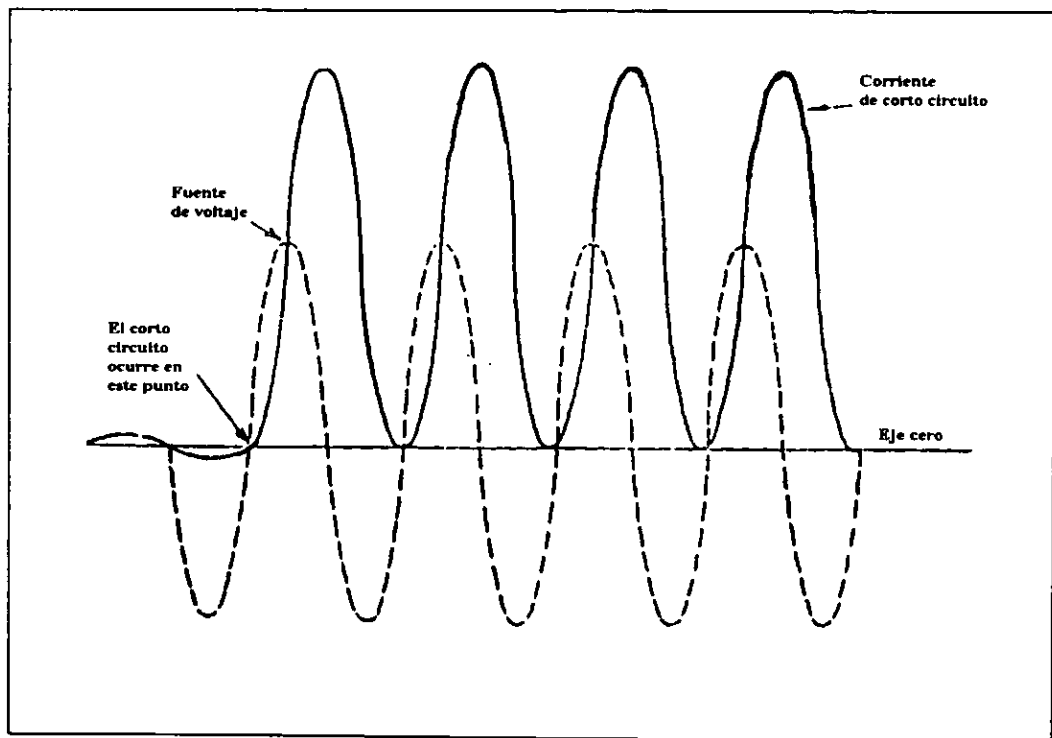


Figura 3-6. Voltaje y corriente asimétrica con factor de potencia igual a cero.

Se puede concebir la corriente asimétrica total como una corriente simétrica que tiene sobrepuesta una componente de corriente directa. La componente corriente directa representa el desplazamiento de la componente de corriente alterna desde el eje cero. Un corto circuito se puede presentar en cualquier punto entre los valores cero y pico del voltaje. El desplazamiento de la onda de corriente de corto circuito tiene lugar entre los dos extremos, dependiente del punto de la onda del voltaje en el cual ocurre el corto circuito. Ver figura 3-7.

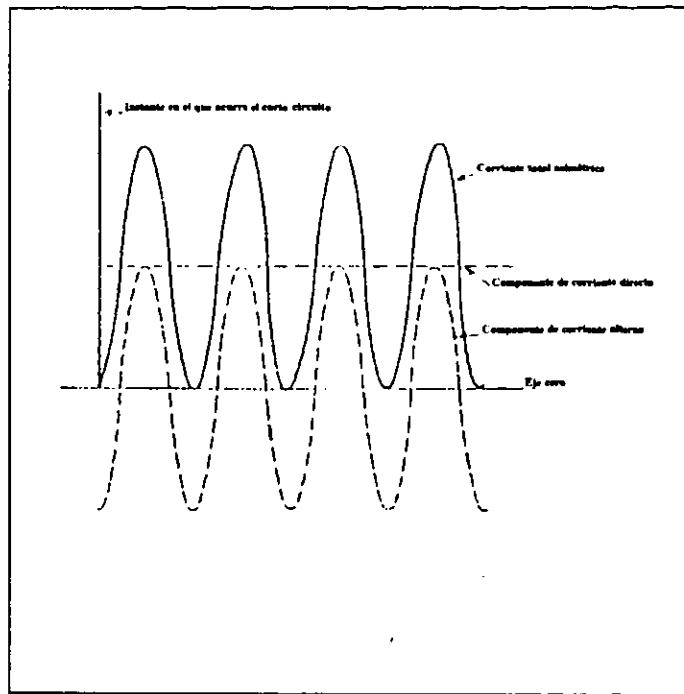


Figura 3-7. Componentes de corriente.

Todo circuito real tiene resistencia, y ésta causa que la componente de corriente directa disminuya a cero, varios ciclos después de que se inicia la falla. El efecto resultante es la transformación de una corriente inicial asimétrica a una corriente simétrica. Se considera que la componente de corriente directa se genera en el sistema de corriente alterna, y no por alguna fuente externa. Por lo tanto, su energía se disipará como una pérdida de  $I^2R$  en la resistencia del circuito.

#### *EL Factor X/R*

Es la relación de la reactancia a la resistencia del circuito considerado. La disminución (o decremento) de la componente de corriente directa depende de la relación  $X/R$ , donde  $X$  corresponde a la reactancia y  $R$  a la resistencia, de todos los componentes del circuito entre la fuente y la falla. Si  $R=0$ , la relación es infinita y la componente de corriente directa nunca disminuye. Si  $X=0$ , la relación es cero y la componente de corriente directa disminuye a cero con el tiempo, dependiendo de la duración de este lapso de la relación específica de  $X/R$ . A mayor reactancia con respecto a la resistencia, más tiempo tardará en disminuir la componente de corriente directa.

Es más importante calcular con precisión la corriente asimétrica (rms) existente en

diferentes instantes después del inicio de la falla. Se deben conocer los datos exactos de la velocidad de variación de las reactancias aparentes de los generadores y los datos del decremento de las componentes de corriente directa. La obtención de las componentes de corriente directa se simplifica mediante el uso de multiplicadores aceptados. Estos multiplicadores convierten los amperes (rms) simétricos calculados a amperes (rms) asimétricos, incluyendo la componente de corriente directa.

### *Fuentes que contribuyen al corto circuito*

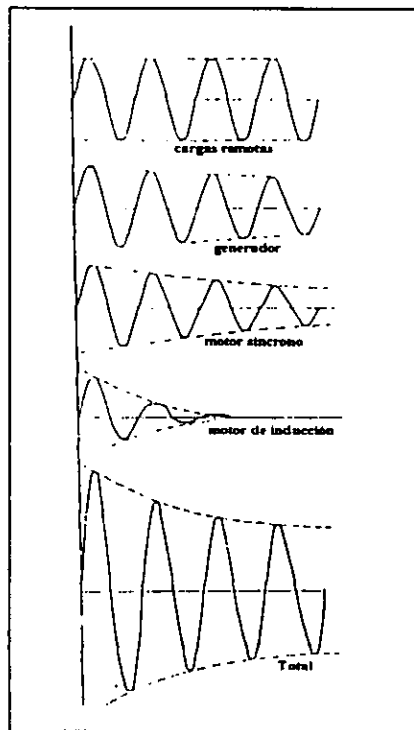


Figura 3-8. Corrientes simétricas de corto circuito de diferentes fuentes combinadas.

Un sistema eléctrico está constituido básicamente por fuentes productoras de energía, elementos de transformación, líneas, etc., así como los elementos de consumo (cargas) que eléctricamente hablando se pueden dividir en elementos activos (fuentes) y elementos pasivos (en general las impedancias de los distintos elementos), es decir, se consideran como elementos activos a fuentes suministradoras de las corrientes de corto circuito a:

- Compañía suministradora (cargas remotas)
- Generadores.
- Motores síncronos.
- Motores de inducción

Son elementos pasivos o limitadores de las corrientes de corto circuito:

Las impedancias de las máquinas rotatorias (generadores, motores síncronos y de inducción), las cuales son variables con el tiempo. Ver figura 3-8.

Las impedancias de las líneas, transformadores y en general todo tipo de reactores y resistencias limitadoras, son de un valor fijo.

Tres valores de reactancia son asignados a generadores y motores para el propósito de cálculos de corto circuito a tiempos específicos.

( $X_d''$ ) Reactancia Subtransitoria. Es la reactancia aparente del estator en el instante en que se produce el corto circuito y determina el flujo de corriente durante los primeros ciclos (hasta 0.1 seg.)

( $X_d'$ ) Reactancia Transitoria. Es la reactancia inicial aparente del estator, si se desprecian los efectos de arrollamientos amortiguadores, y se consideran solamente los efectos del arrollamiento del campo inductor. Esta reactancia determina la corriente que circula durante el período siguiente cuando la  $X_d''$  actúo (de  $\frac{1}{2}$  a 2 seg.).

( $X_d$ ) Reactancia Síncrona. Es la reactancia que determina el flujo de corriente cuando las condiciones se han estacionado y es efectiva hasta algunos segundos después de ocurrir el corto circuito. Es importante aclarar que dicha reactancia no es usada en cálculos de corrientes de corto circuito.

En los generadores y motores síncronos se presentan los 3 tipos de reactancias anteriores; en el motor de inducción solamente la subtransitoria; y en la compañía suministradora que contribuye en forma constante al corto circuito se representa su impedancia por un valor único referido al punto de acometida.

La corriente total de corto circuito está formada por las componentes de todas las fuentes conectadas al circuito. Las contribuciones de las máquinas giratorias van decreciendo de tal forma que la corriente simétrica inicialmente es máxima y decrece hasta que se alcanza el valor de estado estable. Este decaimiento se conoce como el decremento de corriente alterna de la corriente de corto circuito de varias fuentes.

#### *Presentación de los resultados de la corrida del programa de corto circuito*

Como ya se había comentado al inicio del presente apartado, el cálculo de corto circuito se hará utilizando un programa de computadora. La aplicación del programa de cómputo en el diagrama unifilar de nuestro proyecto eléctrico, nos arroja los resultados de corriente de corto circuito, mismo que se muestran en las tablas 3.25, 3.26 y 3.27 y en el diagrama unifilar de corto circuito que se muestra en la figura 3-9.



## CALCULO DE CORTO CIRCUITO DE UN EDIFICIO COMERCIAL

Project Number :

Three Phase Bolted Fault

Bus Ident	Pre-Flt Voltage	X/R @1/2c	SC Current (Amps) at the following Times						
			1/2-Cyc DC-Comp	1/2-Cyc AC-Comp	1/2-Cyc Asym	X/R @ 5 c	5-Cycl DC-Comp	5-Cycl AC-Comp	5-Cycl Asym
10A	440	5.66	18920	23310	30022	5.61	108	20676	20676
10B	440	0.32	0	4847	4847	0.32	0	4725	4725
11A	440	1.88	4379	16477	17049	1.88	0	14822	14822
11B	220	0.83	62	1907	1908	0.66	0	1691	1691
12A	440	5.66	18920	23310	30022	5.61	108	20676	20676
12B	440	5.62	18673	23094	29699	5.61	108	20569	20569
13A	440	1.79	4166	17067	17568	1.79	0	15361	15361
13B	440	4.54	15916	22480	27544	4.46	25	19984	19984
14A	440	5.93	18548	22287	28996	5.84	130	19891	19891
14B	440	4.57	15898	22369	27443	4.49	25	19877	19877
15A	440	0.18	0	1420	1420	0.19	0	1417	1417
1A	23000	5.01	3827	5068	6351	5.00	13	5023	5023
1B	23000	5.00	3823	5064	6345	5.00	13	5020	5020
2A	23000	4.96	3797	5061	6327	4.95	12	5015	5015
2B	23000	4.95	3793	5057	6321	4.95	12	5013	5013
3A	23000	4.96	3796	5059	6325	4.95	13	5013	5013
3B	23000	4.96	3792	5055	6319	4.95	13	5011	5011
4A	440	5.53	19093	23825	30531	5.49	97	21132	21132
4B	440	5.50	18823	23558	30155	5.49	97	21021	21021
5A	440	5.56	19055	23708	30416	5.52	100	21013	21013
5B	440	5.53	18785	23441	30039	5.52	100	20902	20902
6A	440	5.92	18552	22296	29005	5.84	130	19879	19879
6B	440	5.63	18646	23036	29637	5.61	108	20569	20569
7A	440	0.74	204	9828	9831	0.77	0	9358	9358
7B	440	2.08	5867	18830	19722	2.16	0	17083	17083
8A	440	5.66	18920	23310	30022	5.61	108	20676	20676
8B	220	1.45	767	4765	4826	1.18	0	3927	3927
9A	440	1.94	4632	16557	17193	1.94	0	14888	14888
9B	440	5.58	18715	23232	29832	5.57	104	20734	20734

Tabla 3.25. Falla trifásica.

CALCULO DE CORTO CIRCUITO DE UN EDIFICIO COMERCIAL

Project Number :

Line to Line Fault

Bus Ident	Pre-Flt Voltage	X/R @1/2c	SC Current (Amps) at the following Times						
			1/2-Cyc DC-Comp	1/2-Cyc AC-Comp	1/2-Cyc Asym	X/R @ 5 c	5-Cycl DC-Comp	5-Cycl AC-Comp	5-Cycl Asym
10A	440	5.66	16385	20187	26000	5.61	94	17906	17906
10B	440	0.32	0	4198	4198	0.32	0	4092	4092
11A	440	1.88	3793	14269	14765	1.88	0	12837	12837
11B	220	0.83	54	1652	1653	0.66	0	1464	1464
12A	440	5.66	16385	20187	26000	5.61	94	17906	17906
12B	440	5.62	16171	20000	25720	5.61	93	17813	17813
13A	440	1.79	3608	14780	15214	1.79	0	13303	13303
13B	440	4.54	13784	19468	23854	4.46	22	17307	17307
14A	440	5.93	16063	19301	25111	5.84	112	17226	17226
14B	440	4.57	13768	19372	23767	4.49	22	17214	17214
15A	440	0.18	0	1229	1229	0.19	0	1227	1227
1A	23000	5.01	3314	4389	5500	5.00	11	4350	4350
1B	23000	5.00	3311	4386	5495	5.00	11	4348	4348
2A	23000	4.96	3288	4383	5479	4.95	11	4343	4343
2B	23000	4.95	3284	4379	5474	4.95	11	4341	4341
3A	23000	4.96	3288	4381	5477	4.95	11	4342	4342
3B	23000	4.96	3284	4378	5473	4.95	11	4340	4340
4A	440	5.53	16535	20633	26441	5.49	84	18301	18301
4B	440	5.50	16302	20402	26115	5.49	84	18205	18205
5A	440	5.56	16502	20531	26341	5.52	87	18197	18198
5B	440	5.53	16268	20300	26015	5.52	86	18102	18102
6A	440	5.92	16067	19308	25119	5.84	112	17216	17216
6B	440	5.63	16148	19950	25666	5.61	93	17813	17813
7A	440	0.74	177	8512	8514	0.77	0	8104	8104
7B	440	2.08	5081	16307	17080	2.16	0	14794	14794
8A	440	5.66	16385	20187	26000	5.61	94	17906	17906
8B	220	1.45	664	4127	4180	1.18	0	3401	3401
9A	440	1.94	4012	14339	14890	1.94	0	12893	12893
9B	440	5.58	16207	20120	25836	5.57	90	17956	17956

Tabla 3.26. Falla de línea a línea (fase a fase).

## CALCULO DE CORTO CIRCUITO DE UN EDIFICIO COMERCIAL

Project Number :

Line to Ground Fault

Bus Ident	Pre-Flt Voltage	X/R @1/2c	SC Current (Amps) at the following Times						
			1/2-Cyc DC-Comp	1/2-Cyc AC-Comp	1/2-Cyc Asym	X/R @ 5 c	5-Cycl DC-Comp	5-Cycl AC-Comp	5-Cycl Asym
11B	220	0.85	71	2012	2014	0.68	0	1794	1794
1A	23000	5.01	4294	5688	7127	5.00	15	5650	5650
1B	23000	5.00	4291	5685	7122	5.00	15	5648	5648
2A	23000	4.94	4249	5676	7090	4.93	14	5638	5638
2B	23000	4.94	4245	5673	7085	4.93	14	5636	5636
3A	23000	4.94	4248	5674	7088	4.93	14	5635	5635
3B	23000	4.94	4245	5670	7083	4.93	14	5634	5634
6B	220	1.41	751	4904	4961	1.15	0	4077	4077

Tabla 3.27. Falla de línea a tierra.

CALCULO DE CORTO CIRCUITO  
DIAGRAMA UNIFILAR

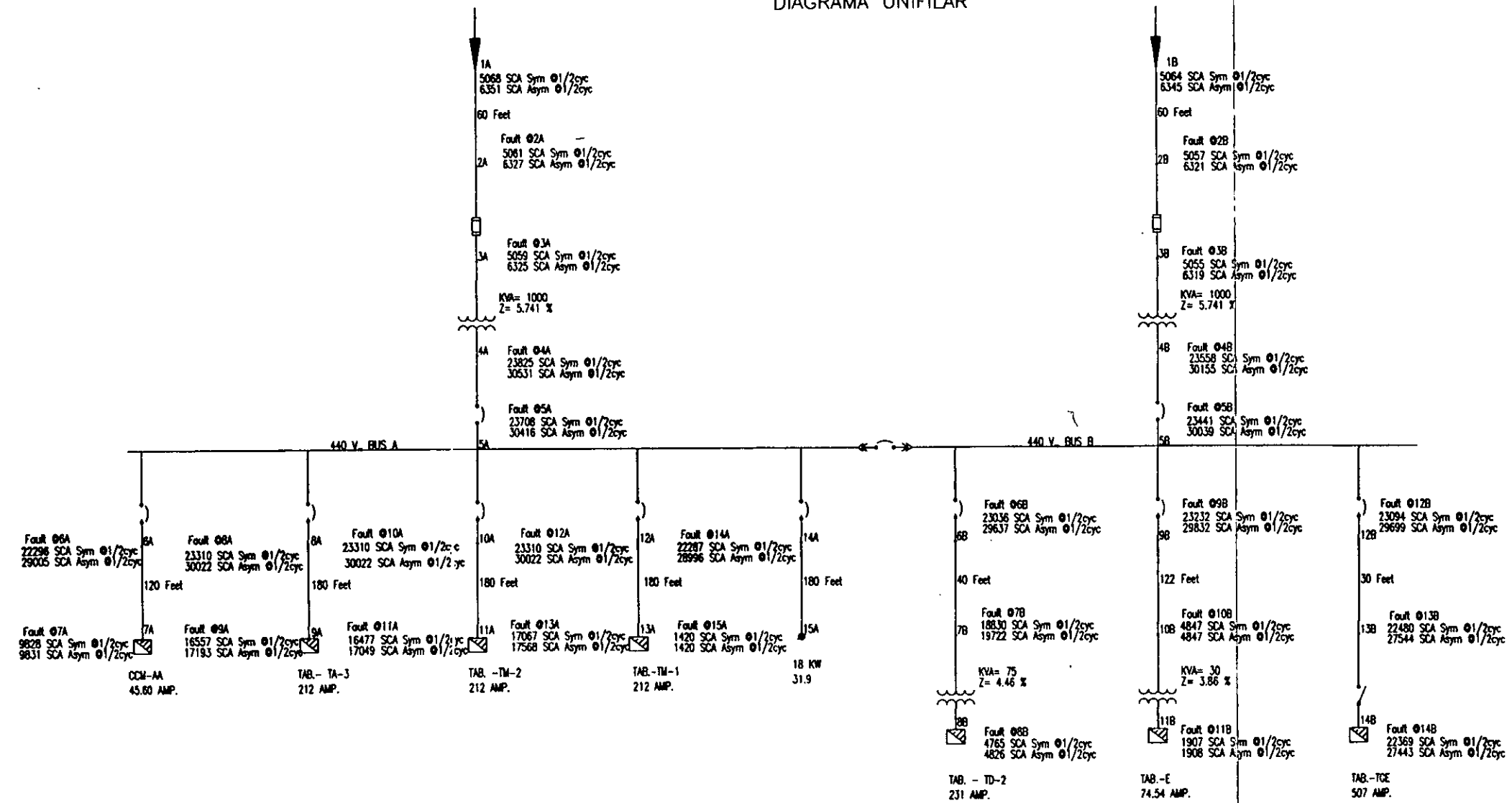


Figura 3-9 Diagrama Unifilar de Corto Circuito.

### 3.6 Cálculo de sistema de tierras

En el diseño y proyecto de las instalaciones destinadas al suministro o a la utilización de la energía eléctrica, uno de los aspectos más importantes para los ingenieros ha sido el cómo proteger al personal, y cómo conectar a tierra los equipos eléctricos de una manera segura y apropiada.

Este problema existe en todos los campos de la ingeniería eléctrica, desde las bajas corrientes a tierra de los equipos electrónicos de estado sólido, hasta las altas corrientes a tierra de las grandes subestaciones en extra alta tensión.

A causa de las altas corrientes de falla disponibles hoy en día, es esencial un buen sistema de tierras en todas las partes del sistema eléctrico, ya sea en subestaciones, líneas de transmisión o distribución, o en equipos de baja tensión.

En las subestaciones eléctricas, uno de los aspectos principales para la protección contra las sobretensiones, ya sean de origen interno o externo, es el disponer de un adecuado sistema de tierras al cual se conecten los neutros de los equipos eléctricos y todas aquellas partes metálicas que deben estar a potencial de tierra.

Con base en las normas NOM-001-SEMP-1994 artículo 2403-2, las características que deberá cumplir un sistema de tierras será:

- a) Disposición física. El cable que forme el perímetro de la malla, deberá ser continuo de manera que encierre toda el área en que se encuentra el equipo de la subestación, con ello se evitan altas concentraciones de corrientes y gradientes de potencial en el área y terminales cercanas .

La malla deberá estar constituida por cables colocados en forma paralela y perpendicular, con un espaciamiento adecuado a la resistividad del terreno y preferentemente formando retículas cuadradas.

Los cables que forman la malla deberán colocarse preferentemente a lo largo de las hileras de estructura y equipo, para facilitar la conexión de los mismos.

En cada cruce de los conductores de la malla, estos deberán conectarse rígidamente entre sí, y en los puntos adecuados conectarse a electrodos de tierra de 2.40 m

de longitud mínima, clavados verticalmente. Donde sea posible, construir registros en los mismos puntos y como mínimo en los vértices de la malla.

c) Resistencia a tierra de la malla. La resistencia total de la malla con respecto a tierra debe determinarse tomando en cuenta los siguientes parámetros: longitud total de elementos enterrados, resistividad eléctrica del terreno y el área de la sección transversal de los conductores, la mínima aceptable es de  $107.2 \text{ mm}^2$  de cobre ( 4/0 AWG ).

La resistencia eléctrica total del sistema de tierras debe conservarse en un valor (incluyendo todos los elementos que forman el sistema) menor a:  $25 \Omega$  para subestaciones hasta 250 kVA y 34.5 kV;  $10 \Omega$  en subestaciones mayores a 250 kVA y hasta 34.5 kV; y de  $5\Omega$  en subestaciones que operen con tensiones mayores a 34.5 kV.

El espacio que se destina al sistema de tierras, para nuestro caso, es de 39 m de largo por 8 m de ancho, y se encuentra ubicado en el sótano 4, como se indica en el plano IE-26, que se encuentra en el Apéndice C.

A continuación se determinará el cable a enterrar para que nuestro sistema de tierras sea seguro.

### 3.6.1 Cálculo del calibre de la malla

Los conductores empleados en el sistema de tierra deberán ser capaces de soportar la máxima corriente de falla de línea tierra durante un tiempo determinado sin llegar a la fusión.

La ecuación tomada de ANSI/IEEE std. 80-1980, que determina el calibre de cualquier conductor del cual se conocen las constantes de su material es la siguiente:

$$A = I \frac{\sqrt{\frac{t_c \alpha \rho r 10^4}{TCAP}}}{L_n \left[ 1 + \left( \frac{T_m - T_a}{K_0 + T_a} \right) \right]} \quad \text{Ecuación 3.31}$$

Donde:

I = Corriente de corto circuito falla línea a tierra en kA.

$A$  = Sección transversal del conductor en  $\text{mm}^2$ .

$T_m$  = Temperatura de fusión del conductor en grados centígrados

$T_a$  = Temperatura ambiente en grados centígrados.

$\alpha_r$  = Coeficiente térmico de resistividad en referencia a la temperatura  $T_r$ .

$T_r$  = Temperatura de referencia para las constantes del material en  $^\circ\text{C}$

$\rho_r$  = Resistividad del conductor a tierra en referencia a la temperatura, en  $\mu\Omega/\text{cm}^3$ .

$K_0 = 1/\alpha_0$  ó  $(1/\alpha_r) - T_r$ .

$t_c$  = Duración de la corriente de falla en segundos.

TCAP = Factor de capacidad térmica.

Considerando el valor de corriente obtenido (para una falla de línea a tierra) en la parte de corto circuito, y de acuerdo a los valores de los parámetros característicos del conductor de cobre\* a utilizar, mencionados anteriormente, y que se muestran en la tabla 3.28, se obtienen la sección del conductor posiblemente a utilizar:

Descripción	Conductividad del material %	factor $\alpha_r$ a $20^\circ\text{C}$	$K_0$ a $0^\circ\text{C}$	$T_m$ en $^\circ\text{C}$	$\rho_r$ a $20^\circ\text{C}$	TCAP
Alambre de cobre suave estándar	100.0	0.00393	234	1083	1.7241	3.422
Alambre de cobre cocido duro comercial	97.0	0.00381	242	1084	1.7774	3.422
Alambre de cobre con aleación de plata	40.0	0.00378	245	1084/ 1300	4.397	3.846
Alambre de cobre con aleación de plata	30.0	0.00378	246	1084/ 1300	6.862	3.846
Alambre comercial EC de aluminio	61.0	0.00403	228	657	2.862	2.668
Alambre de aluminio ligero 5095	53.5	0.00363	263	660	3.2226	2.698
Alambre de aluminio ligero 6201	52.5	0.00347	268	660	3.2840	2.598
Alambre de aluminio con aleación de plata	20.3	0.00460	258	660/ 1300	8.4806	2.670
Alambre de aleación de zinc con plata	85	0.00320	283	419/ 1300	20.1	3.831
Acero plateado No. 304	24	0.00130	749	1400	72.0	4.032

Tabla 3.28. Constantes de materiales.

$I = 5.650 \text{ kA}$

$T_m = 1084 \text{ }^\circ\text{C}$

$$T_a = 40 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\alpha_r = 0.00381$$

$$\rho_r = 1.7774 \text{ } \mu\Omega/\text{cm}^3$$

$$K_0 = 242$$

$$t_c = 0.13 \text{ s}$$

$$\text{TCAP} = 3.422$$

Sustituyendo ahora en la ecuación 3.31 nos queda que el valor de la sección del conductor es :

$$A = 5.650 \sqrt{\frac{0.13 \times 0.00381 \times 1.7774 \times 10000}{3.422 \left[ L_n \left[ 1 + \left( \frac{1084 - 40}{242 + 40} \right) \right] \right]}}$$

$$A = 5.650 \times 1.289 = 7.2828 \text{ mm}^2$$

Por lo tanto el calibre comercial correspondiente es de 8 AWG, cuya área de sección transversal es de  $8.367 \text{ mm}^2$ , tabla 3.21.

Con el calibre anteriormente calculado se garantizaría que éste soportaría la corriente de corto circuito, pero debido a que por norma, como se especifica al inicio de este subtema, el calibre mínimo aceptable es 4/0 AWG, que es de sección mayor al calculado, lo que nos permite dar una mayor confiabilidad a nuestro sistema.

### 3.6.2 Malla de la red de tierras del edificio

Con base en el artículo 2403-2 inciso a y c de la NOM-001-SEMP-1994, y considerando las dimensiones disponibles para el sistema de tierras, se propone una red como la que se muestra en la figura 3-10.

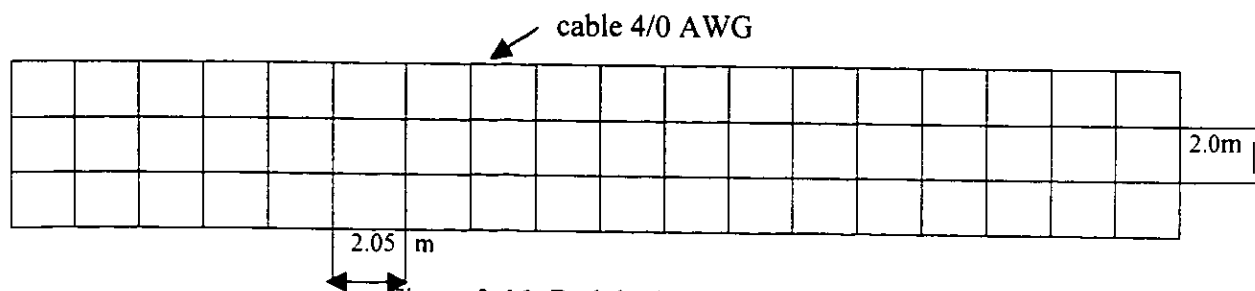


Figura 3-10. Red de tierras del edificio.



Donde:

Longitud del cable enterrado a lo largo es:  $18 \times 2.05 \text{ m} \times 4 = 147.6 \text{ m}$ .

(Suma de las longitudes horizontales de los cables)

Longitud del cable enterrado a lo ancho es:  $3 \times 2.00 \text{ m} \times 19 = 114 \text{ m}$ .

(Suma de las longitudes verticales de los cables)

Longitud total del cable enterrado es 261.6 m.

(Suma de longitudes horizontales y verticales)

### 3.6.3 Justificación de la longitud de cable a enterrar de la red de tierras

Para obtener una tensión de malla dentro de límites seguros, se requiere que la malla tenga por lo menos, una longitud calculada de acuerdo a la ecuación 3.32, tomada ésta de la ecuación 70 del ANSI/IEEE std. 80-1986

$$L = \frac{K_m K_i \rho_s I \sqrt{t}}{165 + 0.25 \rho_s} \quad \text{Ecuación 3.32}$$

Donde:

$K_m$  = Es un coeficiente que toma en cuenta el efecto del número de conductores en paralelo “ $\eta$ ”, el espaciado “ $D$ ”, el diámetro “ $d$ ” y la profundidad de enterramiento “ $h$ ” de los conductores que forman la red.

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \left( L_n \frac{D^2}{16hd} \right) + \frac{1}{\pi} L_n \left( \frac{3}{4} \right) \left( \frac{5}{6} \right) \left( \frac{7}{8} \right) \quad \text{Ecuación 3.33}$$

$K_i$  = Es un factor de corrección por irregularidad para tomar en cuenta el flujo de corriente no uniforme de partes diversas de la red (depende de la geometría de la red) y se obtiene aplicando la ecuación 3.34 , tomada del ANSI/IEEE 80/71.

$$K_i = 0.656 + 0.172 \eta \quad \text{Ecuación 3.34}$$

$t$  = Duración máxima del choque, en segundos = 0.2 s.

$\rho_s$  = Resistividad del terreno inmediato bajo los pies en  $\Omega/\text{m}$  (valor tomado de la guía de seguridad de ANSI/IEEE std. 80-1986 para concreto) = 3000  $\Omega/\text{m}$ .

D = Es el espaciamiento de los conductores de la malla = 2.05 m.

d = Diámetro del conductor 4/0 AWG = 0.0134 m.

$\eta$  = Es el número de conductores en paralelo = 19.

I = Corriente de falla a tierra en amperes = 5650 A.

h = Profundidad a la que se entierra el cable es = 0.60 m.

$\rho$  = Resistividad del terreno = 40  $\Omega$ /m (obtenido con base en pruebas de campo).

De los datos anteriores y aplicando las diferentes ecuaciones obtenemos:

Sustituyendo en la ecuación 3.27

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \left( L_n \frac{2.05^2}{16 \times 0.6 \times 0.0134} \right) + \frac{1}{\pi} L_n \left( \frac{3}{4} \right) \left( \frac{5}{6} \right) \left( \frac{7}{8} \right)$$

$$K_m = 0.3595$$

Sustituyendo en la ecuación 3.28

$$K_i = 0.656 + 0.172 (19)$$

$$K_i = 3.924$$

Finalmente, para encontrar la longitud total del cable enterrado se sustituye en la ecuación 3.32

$$L = \frac{0.3595 \times 3.924 \times 40 \times 5650 \times \sqrt{0.2}}{165 + 0.25 \times 3000}$$

$$L = \frac{142577}{915} = 156 \text{ m}$$

Como se puede observar la longitud de nuestro diseño de malla (261.6 m) es mayor que la longitud mínima calculada (156 m), lo que nos permite garantizar que la protección a equipos y personas es eficiente y seguro.

### 3.7 Sistema de pararrayos

Las especificaciones que regirán para la construcción de sistemas de pararrayos son las que se detallan a continuación. En su mayoría han sido tomadas de las normas correspondientes a la NFPA, y han sido adaptadas a nuestras necesidades, así como a la disponibilidad en nuestro país de obtener los materiales para ese uso.

Se hará una revisión general donde se indican los puntos básicos de estas disposiciones, por lo tanto de acuerdo a ellas se deberán interpretar los planos del proyecto. En ningún caso se aceptarán modificaciones o sustituciones basados en teorías de sistemas diferentes.

Si durante la construcción del sistema de protección fuera necesario modificar la localización de algún elemento, por ejemplo el recorrido de conductores, ya sea en azoteas o en bajadas, o electrodos a tierra, estas modificaciones deberán hacerse de acuerdo con las especificaciones aquí indicadas.

#### *Diferentes tipos de edificios a considerar en protección contra descargas atmosféricas*

Se puede considerar que los edificios se dividen en dos categorías principales, las cuáles a su vez se subdividen cada una en dos tipos diferentes :

##### Categorías principales

- Basada en la altura de los edificios
- Basada en la pendiente de los techos

##### Subdivisiones

La clasificación basada en la altura de las construcciones

considera dos tipos diferente:

- Edificio de clase I (Es todo edificio con una altura inferior a 23 m).
- Edificio de clase II ( Es aquel cuya altura rebasa los 23 metros, o bien todo edificio que tiene una estructura de acero de cualquier altura, cuya estructura puede sustituir los conductores de bajadas a tierra).

La distinción anterior, determina el tipo de conductor que se debe usar ya que los conductores para las estructuras de clase II son de dimensiones más grandes y de conductancia más alta que los valores permitidos para los edificios de clase I.

La clasificación basada en la inclinación o pendiente de los techos considera dos tipos, que se indican a continuación:

- Techos o azoteas planos o de pendiente ligera ( Son todos aquellos que no exceden 12 m de ancho y cuya pendiente es menor de 1/8 de inclinación ).
- Techos inclinados (Son todos aquellos que tienen una inclinación mayor a las indicadas en el inciso anterior ).

Una vez definido y clasificado el edificio a proteger (que para nuestro caso es un edificio clase II y con pendiente ligera), las especificaciones que regirán para su protección contra descargas atmosféricas serán las que se detallan a continuación y que serán aplicadas de acuerdo con la clasificación que le corresponda y se dividen en dos tipos de especificaciones:

- *Especificaciones sobre materiales.*
- *Especificaciones sobre instalaciones.*

#### *Especificaciones sobre materiales*

Los materiales empleados en los sistemas de protección contra descargas atmosféricas deben ser resistentes a la corrosión y han de estar debidamente protegidos contra ella. No se utilizará combinación alguna de materiales que formen un par eléctrico de tal naturaleza que la corrosión se acelere en presencia de humedad, los conductores deberán ser de cobre o aleación de éste, cuya conductividad deberá tener un valor del 95% .

Terminales aéreas o puntas. Deberán ser fabricadas con varilla maciza de cobre electrolítico. Su diámetro será de 13 mm y el largo de las mismas habrá de ser tal que su extremo cónico quede a no menos de 25 cm del objeto que halla de protegerse. Las terminales aéreas estarán soportadas por bases fundidas y sujetas directamente a ellas, mediante una cuerda roscada

de no menos de 5 hilos. Para su mayor conservación y presentación deberán ser niqueladas o cromadas.

Cuando se usen terminales aéreas de más de 0.60 m éstas deberán quedar sustentadas por tripies unidos en forma rígida y permanente al edificio. El punto de sustentación de estos tripies con las terminales deberá quedar cuando menos a la mitad de su altura.

Conductores. Deberán estar diseñados y fabricados especialmente para pararrayos y estarán trenzados con alambre de cobre, sus características se muestran según la tabla 3.29.

	Requerimientos mínimos de conductores	
	Edificios clase I	Edificios clase II
Calibre mínimo de cada hilo	17 AWG	15 AWG
Peso por metro	278 g	558 g
Conductividad	57400 CM 29 mm <sup>2</sup>	115 00 CM 54 mm <sup>2</sup>

Tabla 3.29. Conductores para pararrayos.

No se aceptarán conductores de cobre duro o semiduro usados para sistemas de tierras u otros usos eléctricos.

Los conductores para interconexión de sistemas metálicos, en los cuales pueda ocurrir una descarga eléctrica, como son sistemas de conducción de agua, de calefacción por agua caliente o bien cuerpos metálicos que tengan baja resistencia a tierra, deberán tener la misma medida que el conductor principal.

Bases, conectores y desconectores. Todo el material empleado en estas instalaciones para cruces, derivaciones y empalmes, así como las bases para terminales aéreas, abrazaderas para tierra y desconectores de tierra, deberán ser fundidos en alguna aleación de cobre con un espesor mínimo de 2.38 mm.

Terminales a tierra o electrodos. Las terminales a tierra deberán ser de acero chapeado con cobre, de cobre macizo o de acero inoxidable de 13 mm de diámetro y 2.44 m de largo como dimensiones mínimas, o bien rehiletos construidos con lámina de cobre calibre del número 20 AWG como mínimo y una superficie de contacto no menor de 0.20 m<sup>2</sup>.

Abrazaderas para cable. Las abrazaderas para sujetar los conductores deberán ser resistentes a toda rotura, y deberán ser, junto con los clavos, tornillos o pernos con que se fijen, del mismo material que el conductor.

Prevención de daños mecánicos. Cuando cualquier parte de un sistema de protección que esté expuesto a daños mecánicos, deberá protegerse recubriéndola con una cubierta moldeada o tubería. Si en torno del conductor se utilizan tubos o conductos de un metal ferroso, el conductor deberá estar eléctricamente conectado por sus dos extremos a la tubería o ducto.

#### *Especificaciones sobre instalaciones*

Con el propósito de proteger adecuadamente nuestro edificio contra descargas atmosféricas, es necesario tener en cuenta la separación entre las terminales aéreas, mismas que se indican a continuación.

Terminales aéreas o puntas en azoteas planas. Las terminales aéreas deberán ir localizadas en torno al perímetro de las azoteas. Cuando se trate de edificios que excedan 15 m de ancho, deberán además llevar terminales aéreas adicionales a intervalos no mayores de 15 m en las zonas intermedias. Los intervalos entre terminales no serán mayores de 6 m en los perímetros y 15 m en las zonas intermedias. Cuando se usen terminales aéreas de 0.60 m los intervalos de los perímetros no deberán ser mayores de 7.60 m.

Protección proporcionada por terminales aéreas instaladas sobre edificios con niveles altos a zonas situadas en niveles más bajos. Se considera que los edificios que no rebasan 7.5 m sobre el nivel del suelo, protegen las zonas situadas en niveles más bajos formando una zona de protección, según una relación de 2 a 1, como se indica en la figura 3-11.

Para las construcciones hasta 15 m de altura sobre el nivel del terreno, se considera que éstas ofrecen también una zona de protección en la misma forma que para el caso anterior, pero según una relación de únicamente 1 a 1 como se muestra en la figura 3-11.

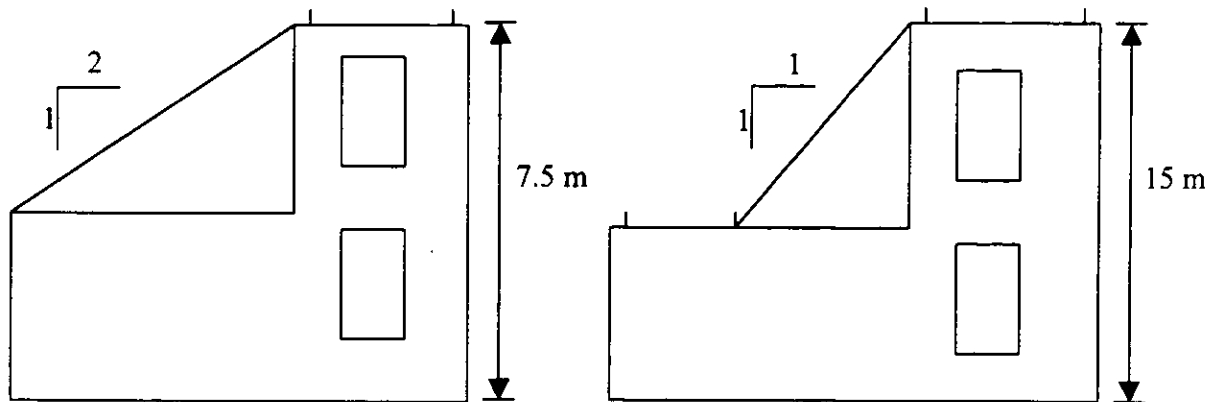


Figura 3-11. Protección proporcionada por terminales aéreas instaladas sobre edificios o niveles altos a zonas situadas en niveles más bajos.

Se considera también que los edificios que rebasan los 15 m arriba del terreno protegen las partes situadas en niveles más bajos, si éstas se encuentran localizadas dentro del área situada debajo de un arco de 45 m de radio, cuyos extremos queden tangentes al punto más elevado del edificio y el terreno, como se indica en la figura 3-12.

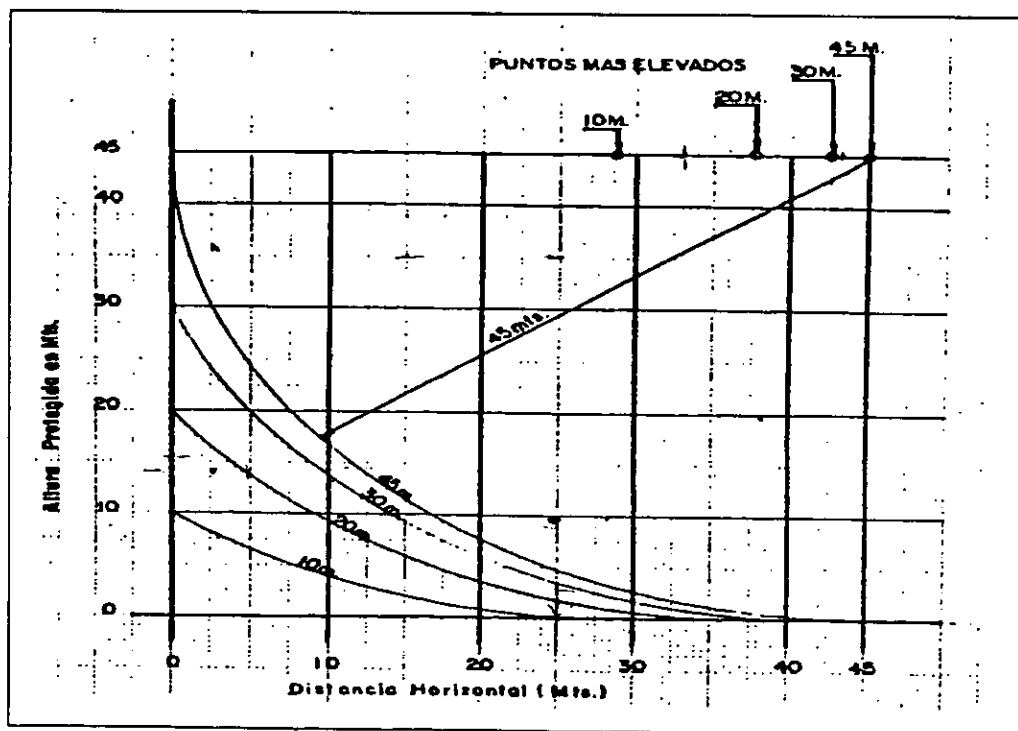


Figura 3-12. Área de protección de edificios altos.

Tendido de conductores en techos y azoteas. Los conductores ligarán entre sí todas las terminales aéreas y deberán formar un sendero de doble dirección horizontal o descendente, desde cada una de las terminales aéreas, hasta las conexiones con las terminales a tierra.

Los conductores deberán tenderse en un plano horizontal a lo largo de cumbreras, de techados abovedados en torno del perímetro de techados planos, detrás o en lo alto de parapetos, y a través de extensiones planas de azoteas.

Curvas ligeras. Ninguna curva de conductor deberá formar un ángulo de más de  $90^\circ$ , ni deberá tener un radio de curvatura de menos de 20 cm .

Soportes y empalmes. Los conductores pueden tenderse en forma aérea sin soporte alguno, en distancias de 0.90 m o menos. Por medio de una varilla de 15.9 mm o su equivalente, firmemente sujeta en cada extremo, sirviendo de soporte, puede tenderse en forma aérea un conductor hasta una distancia que no rebase 1.80 m.

En todos los empalmes de conductores, tanto a tope como en T o en Y, habrán de utilizarse conectores rectos o T y deberán soportar una prueba de tracción de 900 kg .

Tramos transversales en techados. Los techos planos o de pendiente ligera cuyas dimensiones excedan de 15 m de ancho y/o 45 m de largo deberán llevar además del conductor principal de perímetro, tramos adicionales de conductor de las mismas especificaciones, localizadas en forma tal, que dependiendo de las dimensiones del techo, formen una malla ligada al conductor perimetral cuyos rectángulos que la constituyen no excedan de 15 m por 45 m , ver la figura 2-5, del capítulo 2.

Salvedades a la regla del doble conductor hacia tierra. Los conductores en el techado habrán de conectar entre sí todas las terminales aéreas y deberán proporcionarles a cada una de ellas un doble camino hacia tierra. Sin embargo, se establecen las dos salvedades siguientes:

- 1.) Se permiten las bajadas desde un nivel de techado más alto a través de otro más bajo, sin ninguna otra bajada extra, siempre que el tramo del conductor del techado más



bajo no tenga más de 12 m.

- 2.) Las terminales aéreas pueden ser puntas muertas con sólo un camino de dirección única a un conductor principal, cuando estén en techados por debajo del nivel de la cumbrera principal, siempre que el tramo del conductor desde la terminal aérea hasta el conductor principal no tenga más de 4.90 m de longitud total.

Instalaciones de conductores en bajadas a tierra. Cualquier tipo de construcción tendrá cuando menos dos conductores de bajada. La localización de los mismos dependerá de la colocación de las terminales aéreas, del tamaño de la estructura, y de que su recorrido a tierra sea el más directo posible, así como del lugar en que se encuentren cuerpos metálicos y tuberías de agua y también de las condiciones del subsuelo. Los conductores de bajada deberán estar separados por una distancia promedio de 30 m como máximo. Las estructuras de forma irregular en ciertos casos pueden requerir conductores extra de bajada para lograr un camino de doble dirección a tierra desde las terminales aéreas, de las cumbreras principales o de las alas laterales. Para determinar el número necesario de conductores de bajada, a de medirse sólo el perímetro protegido, es decir las extensiones de techado que necesiten protección, excluyendo los techados y salientes bajos.

Protección de los conductores de bajada. Los conductores de bajada deberán contar con protectores que les eviten daños materiales o desplazamientos. Estos protectores serán de tubería de PVC rígido. El conductor de bajada habrá de estar protegido en una distancia mínima de 1.8 m arriba del nivel del suelo y deberá llevar en la parte superior del protector de bajada un desconectador de tierra que permita desconectar del sistema cada toma para medir su resistencia, sin necesidad de escarbar y destapar la terminal misma.

Instalaciones de bases y abrazaderas para cable. Las bases para punta y las abrazaderas para cable deberán estar firmemente sujetas a la construcción o a otro objeto sobre el que se les haya colocado mediante tornillos y taquetes.

Los tornillos que se usen deberán ser del mismo material que las piezas que vayan a sujetar o de un material que no sufra corrosión electrolítica en presencia de humedad o por

contacto entre materiales diferentes.

Las abrazaderas para cable irán separadas una de otra 0.90 m como mínimo .

Anclaje de sujetadores. Los sujetadores deberán tener un diámetro de no menos de  $\frac{1}{4}$  de pulgada ( 6.4 mm ) y habrá de ser instalados cuidadosamente. Los agujeros que hayan de recibir la espiga del sujetador habrán de ser del tamaño correcto, hechos con herramientas adecuadas y abiertos en tabique o piedra más que en juntas de mortero. Una vez instalado, el ajuste no ha de permitir el paso a la humedad y será capaz de resistir una prueba de tracción de 450 kg.

Instalaciones de terminales de tierra o electrodos. Cada conductor de bajada deberá rematarse en una terminal de tierra del tipo mencionado en el de "Terminales a tierra o electrodos". La unión entre el conductor y la terminal deberá hacerse por medio de una abrazadera para tierra de tipo especial que permita un contacto en paralelo de por lo menos 38 mm entre cable y terminal.

Variaciones debidas a las condiciones del subsuelo. Ninguna terminal de tierra deberá estar localizada a menos de 0.60 m de la pared de los cimientos. El diseño, el tamaño, la profundidad, la forma y el número de terminales a tierra que se utilicen deberán cumplir con las disposiciones contenidas en los párrafos de especificaciones sobre instalaciones.

Subsuelo tepetatoso. En los lugares en que el subsuelo es de tepetate, resultaría imposible clavar una varilla de tierra, para esos casos, el uso de rehilete representa la solución más práctica y adecuada. Cada conductor de bajada habrá de ir tendido en una zanja de 0.30 a 0.60 m de profundidad, hasta una distancia mínima de 3 m del edificio protegido. En ese lugar, se hará un pozo de 1 X 1 m y 1.50 m de profundidad, el rehilete deberá quedar enterrado en dicho pozo, en una mezcla de carbón y sal con una relación de una parte de sal por tres de carbón, ver la figura 3-13.

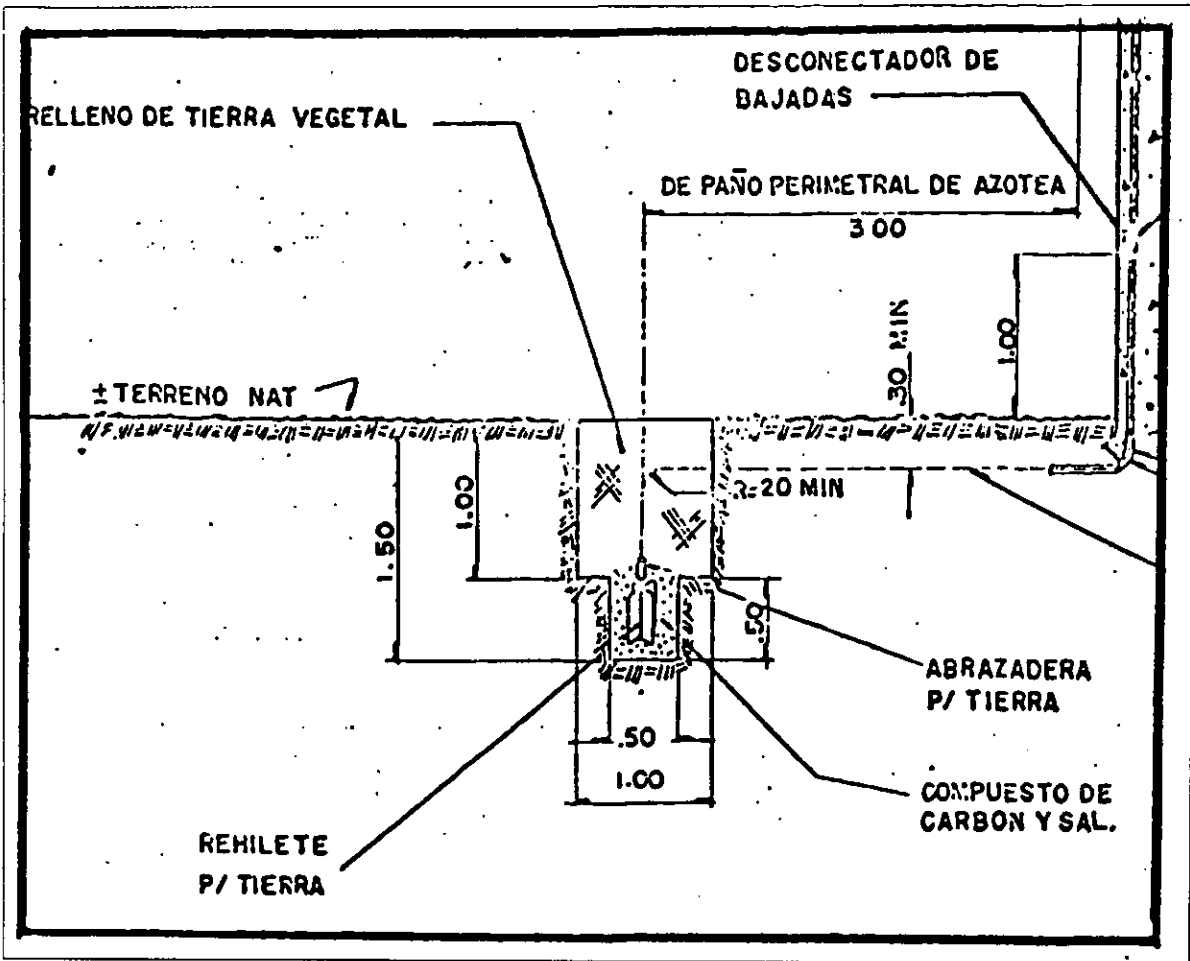


Figura 3-13. Arreglo en un subsuelo tepalcates.

Resistencia de tomas de tierra. Cada toma de tierra deberá ofrecer una resistencia menor de  $25 \Omega$ . En caso de que en una sola varilla o rehilete se obtenga una resistencia mayor, se deberán agregar tantas tomas adicionales como sea necesaria para obtener la resistencia antes mencionada.

Ligas de tomas de tierra. Los electrodos de puesta a tierra de los apartarrayos no deben usarse como puesta a tierra de equipos y sistemas eléctricos (NOM-001-SEMP-1994, artículo 250-86).

Liga de masas metálicas. Determinados cuerpos metálicos de conductancia o de inductancia, contribuyen al peligro de caída de rayos o de descargas laterales en el exterior o el

interior de los edificios y por lo tanto, han de ligarse al sistema de pararrayos.

**Protección de cuerpos metálicos de conductancia.** Los cuerpos metálicos de conductancia deberán estar protegidos cuando no se encuentren dentro de la zona de protección de una terminal aérea. Todos los cuerpos metálicos de conductancia que tengan una superficie de  $0.25 \text{ m}^2$  ó mayor, o un volumen de  $0.016 \text{ m}^3$  ó más grande, deberán estar ligados al sistema de protección contra rayos, utilizando para ello conductores principales y conectores de contacto que tengan una superficie de contacto no menor de  $19 \text{ cm}^2$ . Deberán tomarse las disposiciones necesarias para que haya una guarda contra el efecto corrosivo que los metales diferentes introducen en los puntos de liga .

**Liga de cuerpos metálicos de inductancia.** Los cuerpos metálicos de inductancia deberán estar ligados al sistema, en su punto más cercano al mismo, utilizando para ello conductores y conectores para ligas. Es posible que algunos cuerpos metálicos lo sean tanto de inductancia como de conductancia, en esos casos se deberán usar conectores de contacto del tipo indicado en el párrafo anterior.

Las conexiones a cuerpos metálicos de inductancia son necesarias si tales cuerpos se encuentran dentro de una distancia de 1.8 m o menos del conductor principal o de otro cuerpo metálico ligado.

**Ligas con la red de agua.** La red de agua del edificio también deberá quedar ligada al conductor del sistema de pararrayos.

**Ligas de antenas de radio, t.v. y apartarrayos.** Los mástiles de metal de las antenas de radio y televisión situados en un edificio protegido habrán de estar ligados al sistema de protección contra rayos por medio de un conductor y conectores del mismo tipo que los usados en el sistema de pararrayos.

Independientemente de la liga al mástil de las antenas, los cables de las antenas que van hacia los equipos deberán ser provistos de apartarrayos con el fin de evitarles daños a dichos

equipos.

Como se puede observar, el presente capítulo se basó en la aplicación de los conocimientos adquiridos en la Facultad, así como en la aplicación de normas y manuales de operación que son utilizados por la industria de la construcción, al igual que la experiencia en el trabajo de campo de diseño eléctrico.

Los cálculos realizados se apegaron a las especificaciones eléctricas, tomando en cuenta la máxima optimización y funcionamiento de cada circuito y equipo diseñado y/o utilizado, ya que la selección adecuada redituará en una buena planeación económica, misma que tratamos en el siguiente capítulo.

# Capítulo 4

## PLANEACIÓN ECONÓMICA

El presente capítulo trata los temas de especificación general para la ejecución de los trabajos de instalación eléctrica del proyecto de un edificio comercial, así como la lista de planos, los materiales, las especificaciones del equipo y el presupuesto, que nos permite tener una idea del costo total que tendrá el proyecto eléctrico.

### **4.1 Especificaciones generales para ejecución de los trabajos de instalación eléctrica**

Estas especificaciones se refieren a los trabajos de instalaciones eléctricas que deberán llevarse a cabo en el edificio y que resumen: alumbrado, contactos, fuerza, línea de alimentación, tuberías y ductos vacíos para teléfonos, pararrayos, tierras, tableros generales y de distribución, así como equipos de control, unidades de iluminación, subestación eléctrica y planta de emergencia.

La intención de estas especificaciones es complementar los planos del proyecto y están basadas en las NOM en vigor, pero si hubiera alguna duda o discrepancia respecto a la interpretación de los planos o de estas especificaciones, el contratista deberá consultar con la Dirección de la obra.

Cuando en las presentes especificaciones se haga mención a determinadas marcas o modelos comerciales, tanto en las presentes especificaciones, como en los planos del proyecto correspondiente, deberá entenderse invariablemente que por ningún motivo se podrá variar dicha calidad con similares, a no ser que por indicaciones expresadas por la dirección de la obra, se cancelen las marcas mencionadas dentro de estas especificaciones, debido a que se compruebe plenamente que la marca propuesta, no existe en ese momento en el mercado, o por alguna otra circunstancia no prevista pero siempre con la autorización por escrito de la dirección de la obra.

Además de las recomendaciones especiales que a continuación se hacen, la mano de obra deberá ser de primera calidad y ejecutada por personal competente y con amplia experiencia en el ramo y además sujetarse en todo a lo recomendado en las NOM vigentes.

Todos los materiales con que se ejecuten las instalaciones serán nuevos y de primera calidad y cuando exista duda o discrepancia al respecto, eso será resuelto por la dirección de la obra.

Respecto a la secuencia que debe seguir el contratista, en el desarrollo de los trabajos de la instalación eléctrica, éste deberá ponerse de acuerdo con la dirección de la obra.

#### **4.1.1 Obligaciones del contratista**

El contratista al iniciar sus trabajos deberá abrir una bitácora con hojas foliadas. En esta bitácora se registrarán las firmas de las personas que tendrán autorización para poner notas tanto por parte del contratista, como por la dirección de la obra. En el caso de las notas puestas por el contratista, éste deberá hacer por separado una copia de la nota que entregará a la dirección de la obra, recabando la firma correspondiente en bitácora al momento de entregar la copia. A las notas sin firma no se le reconocerá ninguna validez. El libro de bitácora lo conservará el contratista en su poder, teniéndolo en la obra y siempre a disposición de la dirección de la misma.

El contratista deberá estudiar previamente cualquier trabajo, los lugares de colocación de las tuberías, tableros, cajas, etc. y celebrar juntas con los demás contratistas con el objeto de no

interferir con otras instalaciones.

La posición exacta de las salidas deberá fijarse por el contratista en la obra, de acuerdo con los planos respectivos, y una vez marcados deberá recabar por escrito en bitácora la aprobación de la dirección de la obra.

Cuando existan dudas o consultas sobre alguna instalación, se presentarán siempre por escrito a la dirección de la obra para anotarse en bitácora los resultados o soluciones dadas. No se aceptará ningún trabajo modificación o cambio que no esté autorizado por escrito en la bitácora de la obra.

El contratista de la obra tiene la obligación de ejecutar sus ranuras, las cuales deberán ser incluidas en el costo total de su cotización, pero no los resanes, éstos serán por cuenta de la compañía constructora, tampoco deberá efectuar taladros o ranuras en traveses o columnas.

El contratista se compromete a emplear personal competente y con amplia experiencia para la ejecución de los trabajos y además tiene la obligación de que su personal esté siempre protegido con el uso de cascos y porten dentro del trabajo un overol uniforme.

El contratista tiene el compromiso de entregar dos juegos de planos finales de las instalaciones ejecutadas.

El contratista no se encargará de la tramitación del servicio con la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S. A., ya que este trámite lo hará directamente la propietaria.

El contratista debe integrar en sus costos el correspondiente a la autorización del proyecto por una unidad de verificación de instalaciones eléctricas debidamente autorizada por SEMIP (Secretaría de Energía Minas e Industria Paraestatal). Para ello, deberá revisar minuciosamente el proyecto de manera que tomará la responsabilidad del mismo. Si encontrara en el proyecto que recibe, alguna omisión o discrepancia con las normas vigentes, deberá hacerlo notar pues de otra manera, se dará tácitamente por aceptada esta responsabilidad.



#### 4.1.2 Calidad de los materiales

Todo el material y equipo requerido en el proyecto deberá ser nuevo, de alta calidad y cumplir en su elaboración con los códigos y estándares, por lo que los fabricantes deberán ser conocidos y de seriedad comprobada.

##### *Tuberías*

Las tuberías que lleguen a cajas de registro deberán acoplarse con dos tuercas y un monitor en el caso de tubería pared gruesa, y conector en el caso de pared delgada galvanizada.

La tubería de cualquier línea deberá ser continua y solamente registrable en cajas de conexiones, la distancia máxima entre éstas será de 20 m en tramos rectos y de 3 m por cada curva de 90° que exista. El número de curvas por tramo será limitado por la suma de sus ángulos que en ningún caso debe ser superior a 180°.

Los cortes necesarios deberán efectuarse a 90° para obtener una sección perfectamente circular y que al roscar el tubo tenga una cuerda bien hecha. No se roscará más de lo estrictamente necesario las tuberías de pared gruesa. Los extremos cortados y roscados deberán estar limpios de rebabas.

No se utilizarán niples de cuerda corrida y las curvas deberán ser hechas en frío y con herramientas y equipos apropiados, según su diámetro, es obligatorio el uso de codos para tubería de 25 mm en adelante. Cuando los radios interiores de las curvas hechas en la obra sean de menos de 90° deberán regirse por la tabla 4.1.

<b>Diámetro del tubo</b>	<b>Radio interior de la curva</b>
13 mm (1/2")	95 mm
19 mm (3/4")	126 mm
25 mm (1")	160 mm
32 mm (1 1/4")	210 mm
38 mm (1 1/2")	245 mm
50 mm (2")	315 mm
63 mm (2 1/2")	376 mm

Tabla 4.1. Radio interior de la curva.

Los extremos abiertos de la tuberías deberán ser taponeados en el transcurso de la obra para evitar la introducción de cuerpos extraños; previo al alambrado la tubería deberá ser sondeada y limpiada así como, en su caso, secada en su interior.

Se armará mediante los accesorios idóneos (coples, contratueras, monitores, etc.) utilizándose en la conexiones a cajas de registro, tableros, etc., dos contratueras cuando la tubería empleada sea del tipo roscado.

El contratista se deberá ajustar en el tendido de las tuberías a la posición marcada en los planos. En instalaciones visibles, no podrá llevar diagonales, ni hacer desviaciones o dobleces que afecten la apariencia de las instalaciones. En las tuberías visibles se fijarán a la estructura o losa con abrazaderas o soportes apropiados. En las tuberías que queden ahogadas en losas coladas de concreto sí se aceptarán líneas diagonales o radiales.

#### *Cajas de conexiones y materiales de acabado*

Las cajas de conexión quedarán sujetas a la tubería por medio de accesorios adecuados (contratueras y monitores). En el caso de que resulte necesario el uso de sobre tapas, éstas deberán colocarse antes del recubrimiento de los muros. Las cajas de conexión que vayan ligadas en losa y muros deberán quedar niveladas e instaladas casi al ras de la superficie con el objeto de facilitar el alambrado y evitar en lo posible la utilización de tornillos largos o cajas de registro sin fondo. Las cajas especiales se construirán con lámina galvanizada del núm. 16 y de las dimensiones adecuadas para las tuberías y conexiones que tendrán que contener. Las cajas normales y sus tapas serán del tipo reforzado, troquelado de lámina galvanizada.

El contratista comenzará a colocar apagadores, contactos, etc. únicamente en las zonas que previamente ordene la dirección de obra.

#### *Soportes*

Todos los colgadores serán prefabricados o deberán manufacturarse en obra para charolas, ductos, tuberías y equipos de alumbrado en los cuales se aconseja dotar de tensores que permitan la fácil y precisa nivelación necesaria.

Todas las instalaciones soportadas en losas o trabes deberán sujetarse preferentemente por medio de anclas de balazos o con taquetes de expansión pero en ningún caso con taquetes de fibra o de madera. No se permitirá soportar la tubería o equipos de iluminación directamente del plafón o de otras instalaciones.

Para las tuberías visibles que se coloquen sobre muro o piso, se usarán abrazaderas tipo omega de las dimensiones adecuadas para la tubería a soportar.

### *Conductores*

Los conductores serán marca CONDUMEX y llevarán claramente impreso sobre el aislamiento, la marca de la fábrica y su calibre. Se usarán conductores con forro de diversos colores para facilitar su identificación al hacerse las conexiones. Los conductores para las instalaciones de baja tensión serán en su totalidad de cobre, en forma de cable en todos los calibres con aislamiento antinflama tipo THW. El calibre mínimo utilizado en alumbrado será núm. 12 AWG y núm. 10 AWG en contactos y fuerza.

No se permitirá el iniciar el cableado en ninguna tubería que no esté terminada totalmente y perfectamente fija, previa autorización de la dirección de obra. Antes de iniciar los trabajos de alambrado, se procederá a comprobar que la tubería se encuentre limpia y debidamente acoplada.

No se deberá introducir más de 10 conductores en un tubo *conduit*, excepto cuando se trate de hilos de control. El número de conductores permisibles en un tubo *conduit* depende del diámetro de los conductores, pero en todo caso, se deberá apegar a la tablas autorizadas por NOM, por ningún motivo se permitirá ocupar más del 40% de sección interna. Queda estrictamente prohibido que las conexiones eléctricas entre conductores queden en el interior de los tubos *conduit*, aún en el caso en que éstas queden perfectamente aisladas. Invariablemente deberán quedar todas las conexiones dentro de las cajas de registro específicamente colocadas para tal objeto.

Si los tramos de tubería por alambrar son relativamente cortos y en los registros no es necesario hacer derivaciones, los conductores deberán introducirse en un sólo tramo, sin hacer

cortes en los registros. En el caso de tramos de considerable longitud, deberá empezarse a alambrar a la mitad del tramo o dividir la trayectoria en varios espacios para evitar el exceso de conexiones y además de lograr con este medio el maltratar lo menos posible los conductores.

Todos los conductores antes de introducirse en la tubería deberán arreglarse de tal manera que no se enreden, ni presenten nudos. Además sus extremos deben estar debidamente marcados con letras y números, las cuales deberán conservarse incluso después de hechas las conexiones finales en los tableros, motores, arrancadores, etc., para evitar confusiones posteriores. A la hora de cablear es necesario que aparte del personal encargado de jalar la guía haya personas en los registros intermedios que guíen los conductores y eviten que éstos se atoren y sufran deterioros.

Debe evitarse el arrastre de conductores sobre superficies que por su acabado se puedan dañar; para los conductores de gruesos calibres, se recomienda el empleo de carretes montados en soportes que permitan su giro.

A los conductores que se introduzcan en zapatas no se les reducirá su sección, sino que dichas zapatas deberán tener entradas capaces de admitir los conductores en su sección completa.

Los conductores dentro de las cajas de los tableros deberán quedar ordenados y atados formando núcleos decrecientes. Los conductores tanto dentro de ductos como en charolas deberán ser agrupados según los alimentadores que constituyen, además de ser identificados a lo largo de su trayectoria, utilizando para esto cinturones de plástico.

Antes de proceder a soldar conexiones, se harán las pruebas necesarias para comprobar que se han seleccionado correctamente todos los circuitos de acuerdo con los planos y diagramas; antes de hacer las citadas pruebas, será necesario instalar y conectar todos los interruptores del tablero respectivo.

El alambrado de contactos se rematará en el ducto o caja de conexiones correspondientes y de ahí, con puente de cable alambre núm. 12 AWG se conectará al contacto, evitando con ello someterlo a esfuerzos mecánicos originados por la presión de los conductores. En todas las cajas

de salidas eléctricas se dejarán puntas de conductores de más o menos 0.25 m para hacer las conexiones correspondientes. Todos los encintados de conexiones se harán dentro de la lámpara, o en los ductos y cajas de conexiones de las instalaciones, con cinta de plástico *Scotch* núm. 33.

Para facilitar la introducción de los conductores en las tuberías, se empleará talco industrial o lubricante especiales que no dañen al aislamiento de los mismos. De ninguna manera se permitirá el uso de grasas o lubricantes para el mismo fin.

Todas las conexiones entre conductores hasta el núm. 10 AWG, deberán ir soldadas, utilizando soldadura de estaño de 50x50 e irán cubiertas o protegidas con cinta de plástico *Scotch* núm. 33, y con cinta aislante negra para evitar daño mecánico. Al hacerse una conexión o empalme, se deberán tomar en cuenta tres condiciones necesarias.

- a) La resistencia mecánica de las terminales conectadas deberá ser equivalente a la del conector.
- b) Eléctricamente las terminales proporcionarán una conductividad eléctrica equivalente a la del conductor considerada de una sola pieza.
- c) La rigidez dieléctrica del aislamiento debe ser cuando menos igual a la del aislamiento original de los conductores.

Para que el supervisor reciba de conformidad el cableado, se harán pruebas de rigidez dieléctrica a todos los circuitos. Éstas deberán hacerse por medio de *Megger*, y al término de las mismas, deberán corregirse o cambiarse los conductores dañados. Estas pruebas deberán efectuarse en presencia del representante de la dirección de obra. Los valores mínimos de rigidez dieléctrica se dan en la tabla 4.2.

<b>Calibre del conductor</b>	<b>Resistencia del aislamiento en Mega ohms (conductores con aislamiento de 600 V)</b>
No. 12 AWG o menores	1.000
No. 10 AWG a 8 AWG	0.250
No. 6 AWG a 4/ AWG	0.050
De 250 MCM a 750 MCM	0.025

Tabla 4.2. Rigidez dieléctrica.

### **4.1.3 Planos**

Los planos se elaboran en base a la información proporcionada por el propietario, proveedores, otros departamentos, etc. Estos planos se detallarán solamente lo necesario para ser usados conjuntamente con especificaciones y dibujos del fabricante para la ejecución completa y correcta de todo el desarrollo de la obra.

#### *Planos certificados*

De todos y cada uno de los equipos que se suministren ya sea por el contratista o por los propietarios, deberán entregarse dos juegos de planos certificados en los que se indiquen las dimensiones del montaje, las de construcción, las capacidades de operación y las conexiones de cada uno de los equipos. No se aceptará instalar ningún equipo si no se cuenta con la información anterior, la que será autorizada por la dirección de la obra antes de iniciar los trabajos de montaje.

#### *Planos de taller*

Antes de construir cualquier elemento tales como ductos, pararrayos, soportes, abrazaderas, tableros, cajas de conexiones, etc., se deberá entregar y someter a aprobación escrita por la dirección de la obra, los planos de taller en los que se indiquen las dimensiones constructivas de montaje, los materiales empleados, las uniones, conexiones y pruebas mecánicas y eléctricas pertinentes. Así mismo, antes de colocar cualquier tubería o sistema de tuberías, deberán entregarse los planos de taller de una sección completa de los trabajos donde aparezcan todos los sistemas que en aquellas intervienen con el alambrado necesario.

Los planos que se indican en el párrafo anterior, se harán en línea sencilla y deberán indicar las dimensiones de montaje, preparación de tuberías, soportes, alambrado, cajas de conexiones y tableros de control.

Para el montaje de los equipos, se dará a la dirección de la obra dos juegos de planos para la construcción de bases, cimentación, pasos, etc., que deban ejecutar otros contratistas y en los que se indiquen dimensiones, cargas muertas, esfuerzos dinámicos, tamaño de anclas, pernos, forros, protecciones, etc.

### *Planos definitivos*

Una vez terminadas, alambradas y probadas todas las tuberías y antes de cubrirlas (si es el caso), se deberán hacer las correcciones necesarias a los planos de taller para entregar a la dirección de la obra dos juegos completos de planos en los que se muestren todas las instalaciones completamente terminadas; estos planos deberán estar firmados tanto por el (los) contratista(s) y por el supervisor general de la dirección de la obra.

Los planos anteriores deberán hacerse a una escala razonable y salvo que la dirección de obra indique lo contrario se entregará a escala 1:50 para las áreas que comprenda un local determinado; escalas 1:100 y/o 1:500 para las redes generales.

#### **4.1.4 Manual de operación y conservación**

El (los) proveedor (es), a través del contratista respectivo, suministrará(n) antes de la puesta en marcha de los equipos dos copias de los manuales de operación y mantenimiento. En estos manuales deberán aparecer las especificaciones de montaje (las cuales concordarán con lo ejecutado en la obra), las instrucciones para la puesta en marcha inicial, las instrucciones para el cuidado durante el periodo de asentamiento, las instrucciones para la conservación de los equipos en las que se indiquen claramente las frecuencias de revisión, lubricación, cambio de partes, pintura, etc. y por último deberá contener la lista de refacciones que se deban tener en existencia, las que deban cambiarse cada seis meses o las que deban sustituirse cada año.

En el mencionado manual de mantenimiento deberá aparecer el nombre, la dirección y el teléfono de el (los) proveedor(es) del equipo. Además, el (los) contratista(s) deberá(n) entregar un manual similar para la conservación de tuberías, alambrado, cajas de conexiones, porterías y demás accesorios, para que en conjunto con los anteriores se tenga previsto el mantenimiento de todas y cada una de la partes que integran las instalaciones, motivo de estas especificaciones. En este manual deberán aparecer todas y cada una de las informaciones pedidas en los párrafos anteriores.

#### **4.1.5 Garantía**

Todo trabajo y equipo incluido dentro de estas especificaciones, estará garantizado por

escrito, de no tener defecto de fábrica, de materiales y de obra de mano por un periodo de no menos de un año, contando a partir de la fecha en que se firme de conformidad, por todas las partes que intervienen, el acta de entrega.

La revisión, reparación o reemplazo de cualquier elemento o equipo que por defecto, falla o inoperancia imputable al contratista, será hecha por éste sin costo para el propietario. Además de los desperfectos y daños que ocasione la situación anterior, serán cargados al propio contratista responsable.

Si por negligencia, descuido o incapacitación física o económica, los proveedores de equipo y/o el (los) contratista(s) no cambia(n) o repara(n) los elementos defectuosos o dañados, la dirección de la obra se reserva el derecho de hacerlos por su propia cuenta, cargando al responsable todos los gastos que se ocasionen.

#### **4.1.6 Actas de entrega**

Al finalizar la sección completa de trabajo, después de haber sido entregado los planos definitivos y el manual de mantenimiento a satisfacción del representante autorizado de la dirección de la obra, se levantará un acta de entrega en la que firmen de conformidad las partes que intervienen en el contrato y/o las personas que la propia dirección de la obra estime convenientes.

#### **4.2 Lista de planos**

Es importante el manejo de planos en cualquier proyecto, ya que nos permite ubicar y seguir una secuencia en cuanto a los diferentes equipos y dispositivos eléctricos que se utilizarán, estando concientes que en el desarrollo de la instalación puede haber variaciones a los mismos.

Cabe hacer la aclaración que no se presentan todos los planos debido a que la constructora y el propietario del edificio no dieron la autorización para tener acceso a la totalidad de los mismos, por lo que se muestran sólo los más indispensables en el Apéndice C (\*).



IE- 31	Sistema de pararrayos (perspectiva)
IE- 27	Diagrama unifilar general *
IE- 28	Cuadro de carga - 1
IE- 29	Cuadro de carga - 2
IE- 2	Alumbrado y contactos estacionamiento sótano-3
IE- 4	Alumbrado y contactos estacionamiento sótano-1
IE- 1	Alumbrado y contactos estacionamiento sótano-4 *
IE- 5	Alumbrado y contactos estacionamiento mezanine *
IE- 3	Alumbrado y contactos estacionamiento sótano-2 *
IE- 6	Alumbrado exterior e interior planta baja
IE- 7	Alumbrado mezanine *
IE- 8	Alumbrado planta tipo
IE- 26	Sistemas de tierras *
IE- 17	Instalación eléctrica fuerza sótano-2 y sótano-3
IE- 18	Instalación eléctrica fuerza sótano-1
IE- 19	Instalación eléctrica aire acondicionado planta baja
IE- 20	Instalación eléctrica fuerza aire acondicionado primer nivel
IE- 21	Instalación eléctrica fuerza aire acondicionado 2° y 3° nivel
IE- 22	Instalación eléctrica fuerza aire acondicionado 4° nivel
IE- 23	Instalación eléctrica fuerza aire acondicionado 5° nivel
IE- 24	Alimentaciones verticales fuerza *
IE- 25	Subestación eléctrica 23 kV*

#### **4.3 Lista de materiales y equipo**

A continuación se muestra en forma de tabla los materiales que se utilizarán en la instalación del sistema eléctrico del edificio, indicándose los mismos por niveles y categorías. Todos los materiales que se utilicen en las instalaciones serán de primera calidad. Para el caso de tuberías el tramo al que se hace referencia en tablas tendrá una longitud de 3 m; en lo referente a lote, éste contendrá todos los accesorios necesarios para conexiones y/o soportería, y como se mencionó anteriormente en caso de cambio de algún material, esto será competencia de la dirección de obra.

**Alumbrado y contactos de estacionamiento sótano 1, 2, 3, 4 y mezzanine**

Descripción	Unid.	Cant.
Tubo conduit P.D.G. de 13 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	676
Tubo conduit P.D.G. de 19 mm c/c marca catusa u Omega	tramo	213
Tubo conduit P.D.G. de 25 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	9
Conector P.D.G. de 13 mm marca Catusa u Omega	pieza	406
Conector P.D.G. de 19 mm marca Catusa u Omega	pieza	131
Conector P.D.G. de 25 mm marca Catusa u Omega	pieza	12
Conector hall para cable de uso rudo 3x12 AWG	pieza	357
Caja registro cuadrada galvanizada de 13 mm marca Raco o Stell	pieza	189
Caja registro cuadrada galvanizada de 19 mm marca Raco o Stell	pieza	73
Caja registro cuadrada galvanizada de 25 mm marca Raco o Stell	pieza	10
Caja registro condulet serie rectangular tipo fs de 13 mm cat. fs-1 con tapa y empaque marca C.H. Domex	pieza	32
Tapa galvanizada de 13 mm marca Raco o Stell	pieza	189
Tapa galvanizada de 19 mm marca Raco o Stell	pieza	73
Tapa galvanizada de 25 mm marca Raco o Stell	pieza	10
Cable de cobre tipo THW calibre 10 AWG marca CONDUMEX	metro	2650
Cable de cobre tipo THW calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	3970
Cable de cobre desnudo calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	2930
Cable de cobre uso rudo 3x12 AWG marca CONDUMEX	metro	315
Receptáculo duplex polarizado blanco 125V, A cat. 5250-B marca Arron Hart	pieza	32
Receptáculo colgante nylon lexon cat 6669 marca Arron Hart	pieza	203
Clavija nylon lexon para receptáculo colgante cat. 6696 marco Arron Hart	pieza	203
Placa para contacto duplex a prueba de intemperie cat. DS-70G marca C.H. Domex	pieza	32
Materiales varios para soportería	lote	1
Materiales varios para conexión	lote	1

**Alumbrado de servicios sótano 1, 2, 3, 4 y mezzanine**

Descripción	Unid.	Cant.
Tubo conduit P.D.G. de 13 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	190
Tubo conduit P.D.G. de 19 mm c/c marca catusa u Omega	tramo	7
Tubo flexible de 13 mm marca Tubos Flexibles Mexicanos	metro	45
Conector P.D.G. de 13 mm marca Catusa u Omega	pieza	225
Conector P.D.G. de 19 mm marca Catusa u Omega	pieza	10
Conector recto para tubo flexible de 13 mm marca Tubos Flexibles Mexicanos	pieza	102
Caja registro cuadrada galvanizada de 13 mm marca Raco o Stell	pieza	107
Caja registro cuadrada galvanizada de 19 mm marca Raco o Stell	pieza	6
Caja chalupa	pieza	5
Tapa galvanizada de 13 mm marca Raco o Stell	pieza	107
Tapa galvanizada de 19 mm marca Raco o Stell	pieza	6

Tabla 4.3. Materiales para alumbrado y contactos. (Continúa).

**Alumbrado de servicios sótano 1, 2, 3, 4 y mezzanine**

Descripción	Unid.	Cant.
Cable de cobre tipo THW calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	1370
Cable de cobre desnudo calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	655
Apagador sencillo un polo línea Luxuriycat. LU-101 marca Arron Hart	pieza	10
Placa dos unidades línea Luxury cat. LU-106 marca Arron Hart	pieza	5
Materiales varios para soportería	lote	1
Materiales varios para conexión	lote	1

**Alumbrado planta baja, mezzanine, niveles 1, 2, 3, 4, y 5**

Descripción	Unid.	Cant
Tubo conduit P.G.G. de 13 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	108
Tubo conduit P.D.G. de 13 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	531
Tubo conduit P.D.G. de 19 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	103
Tubo PVC uso pesado de 13 mm	tramo	42
Tubo flexible de 13 mm marca Tubos Flexibles Mexicanos	metro	475
Conector P.D.G. de 13 mm marca Catusa u Omega	pieza	950
Conector P.D.G. de 19 mm marca Catusa u Omega	pieza	76
Conector recto para tubo flexible de 13 mm	pieza	1187
Conector PVC 13 mm	pieza	56
Contra y monitor de 13 mm marca Catusa u Omega	juegos	132
Caja registro cuadrada galvanizada de 13 mm marca Raco o Stell	pieza	518
Caja registro cuadrada galvanizada de 19 mm marca Raco o Stell	pieza	40
Caja registro condulet serie ovalada tipo L de 13 mm cat. L-17 con tapa y empaque marca C.H. Domex	pieza	26
Caja registro condulet serie redonda tipo E de 13 mm cat. SEHC-1 marca C.H. Domex	pieza	24
Tapa galvanizada de 13 mm marca Raco o Stell	pieza	518
Tapa galvanizada de 19 mm marca Raco o Stell	pieza	40
Tapa serie redonda cat SEH-54 con empaque de neopreno cat GASK-202-N marca C.H. Domex	pieza	24
Cable de cobre tipo THW calibre 10 AWG marca CONDUMEX	metro	350
Cable de cobre tipo THW calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	7000
Cable de cobre desnudo calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	2900
Apagador de un polo línea Luxury cat LU-101 marca Arron Hart	pieza	26
Placa de dos unidades línea Luxury cat LU-106 marca Arron Hart	pieza	26
Caja registro condulet serie redonda tipo E cat SEHC-1 marca C.H.Domex	pieza	44
Caja registro condulet serie redonda tipo CHC cat CH-1 marca C.H.Domex	pieza	20
Materiales varios para soportería	lote	1
Materiales varios para conexión	lote	1

Tabla 4.3. Materiales para alumbrado y contactos. (Continúa).

**Contactos planta baja, mezzanine, niveles 1, 2, 3, 4 y 5**

Descripción	Unid.	Cant.
Tubo conduit P.D.G. de 13 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	230
Tubo conduit P.D.G. de 19 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	125
Tubo conduit P.D.G. de 25 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	8
Curva de 90° P.D.G. de 25 mm C-2C marca Catusa u Omega	pieza	5
Conector P.D.G. de 13 mm marca Catusa u Omega	pieza	180
Conector P.D.G. de 19 mm marca Catusa u Omega	pieza	50
Conector P.D.G. de 25 mm marca Catusa u Omega	pieza	5
Caja registro galvanizada de 13 mm marca Raco o S. I.	pieza	26
Caja registro galvanizada de 19 mm marca Raco o S. I.	pieza	97

**Contactos planta baja, mezzanine, niveles 1, 2, 3, 4 y 5**

Descripción	Unid.	Cant.
Caja registro cuadrada galvanizada de 25 mm marca Raco o S. I.	pieza	2
Tapa galvanizada de 19 mm marca Raco o Stell	pieza	97
Tapa galvanizada de 25 mm marca Raco o Stell	pieza	2
Tapa galvanizada de 13 mm marca Raco o Stell	pieza	26
Cable de cobre tipo THW calibre 10 AWG marca CONDUMEX	metro	1750
Cable de cobre tipo THW calibre 8 AWG marca CONDUMEX	metro	1400
Cable de cobre desnudo calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	1200
Tapón ciego piloto línea Magic cat 5000 marca B-Ticiño	pieza	29
Toma corriente con tierra 15 A 127V línea Magic cat. 5028 marca B-Ticiño	pieza	34
Placa en urea color marfil un módulo línea Magic cat. 1151 n con chasis marca B-Ticiño	juego	29
Placa en urea color marfil dos módulos línea Magic cat. 1251 n con chasis marca B-Ticiño	juego	17
Contacto en piso constituido por caja cat. B-2436 placa metálica cat. S-3835 contacto duplex polarizado marca Hubbell	juego	3
Materiales varios para soporteria	lote	1
Materiales varios para conexión	lote	1

**Alumbrado exterior**

Descripción	Unid.	Cant.
Tubo conduit P.D.G. de 19 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	11
Tubo PVC tipo pesado de 19 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	170
Tubo PVC tipo pesado de 25 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	29
Tubo PVC tipo pesado de 13 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	7
Conector P.D.G. de 19 mm marca Catusa u Omega	pieza	10
Conector de glándula de 13 mm	pieza	4
Conector de glándula de 19 mm	pieza	146
Conector de glándula de 25 mm	pieza	8
Curva PVC tipo pesado de 25 mm c/c marca Catusa u Omega	pieza	8

Tabla 4.3. Materiales para alumbrado y contactos. (Continúa).

**Alumbrado exterior**

Descripción	Unid.	Cant.
Caja registro cuadrada galvanizada de 19 mm marca Raco o S. I.	pieza	6
Caja registro cuadrada PVC de 25 mm marca Famsa	pieza	2
Caja registro serie redonda tipo SEHC 19 mm cat. CEHC-2 marca C.H. Domex	pieza	34
Caja registro serie ovalada tipo T de 19 mm cat. T-27 con tapa y empaque marca C.H. Domex	pieza	33
Caja registro condulet serie ovalada tipo X de 19 mm cat X-27 con tapa y empaque marca C.H. Domex	pieza	12
Tapa PVC tipo pesado de 25 mm marca Raco o Stell	pieza	8
Tapa galvanizada de 19 mm marca Raco o Stell	pieza	6
Tapa serie redonda cat. SEH-84 con empaque de neopreno cat. GASK-202-n marca C.H. Domex	pieza	34
Cable de cobre tipo THW calibre 10 AWG marca CONDUMEX	metro	1270

**Alumbrado exterior**

Descripción	Unid.	Cant.
Cable de cobre tipo THW calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	2400
Cable de cobre desnudo calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	660
Cable de uso rudo de 3x12 AWG marca CONDUMEX	metro	35
Fotocontrol y receptáculo modelo F-12 marca Bekolite	pieza	7
Contactador magnético en caja de usos generales tipo 1 de 2 polos-30amperes cat. LMG-1 clase 8903 marca Square D	pieza	7
Materiales varios para soportería	lote	1
Materiales varios para conexión	lote	1

**Alumbrado y contactos cocina**

Descripción	Unid.	Cant.
Tubo conduit P.D.G. de 13 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	36
Conector P.D.G. de 13 mm marca Catusa u Omega	pieza	40
Caja registro cuadrada galvanizada de 13 mm marca Raco o Stell	pieza	15
Caja registro condulet serie rectangular tipo FS de 13 mm cat. FS-1 con tapa y empaque marca CH. Domex	pieza	6
Tapa galvanizada de 13 mm marca Raco o Stell	pieza	15
Cable de cobre tipo THW calibre 10 AWG marca CONDUMEX	metro	75
Cable de cobre tipo THW calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	165
Cable de cobre desnudo calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	150
Apagador 1 polo línea Luxury cat. LU-101 marca Arron Hart	pieza	2
Receptáculo duplex polarizado blanco 125V, 15A M-5250-B marca Arron Hart	pieza	5
Placa para contacto duplex de intemperie cat. DS-70G marca C.H. Domex	pieza	5
Placa dos unidades línea Luxury cat. LU-106 marca Arron Hart	pieza	1
Materiales varios para soportería	lote	1
Materiales varios para conexión	lote	1

Tabla 4.3. Materiales para alumbrado y contactos.

### Válvulas de volumen variable planta baja, mezzanine y niveles 1, 2, 3, 4 y 5

Descripción	Unid.	Cant.
Tubo conduit P.D.G. de 13 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	510
Conector P.D.G. de 13 mm marca Catusa u Omega	pieza	650
Tubo flexible de 13 mm marca Tubos Flexibles Mexicanos	metro	125
Conector recto para tubo flexible de 13 mm marca Tubos Flexibles Mexicanos	pieza	102
Caja chalupa galvanizada marca Raco o Stell	pieza	125
Caja registro cuadrada galvanizada de 13 mm marca Raco o Stell	pieza	135
Caja registro cuadrada galvanizada de 19 mm marca Raco o Stell	pieza	2
Tapa galvanizada de 13 mm marca Raco o Stell	pieza	135
Tapa galvanizada de 19 mm marca Raco o Stell	pieza	2
Cable de cobre tipo THW calibre 14 AWG marca CONDUMEX	metro	3400
Cable de cobre desnudo calibre 14 AWG marca CONDUMEX	metro	1700
Materiales varios para soportería	lote	1
Materiales varios para conexión	lote	1

Tabla 4.4. Materiales para válvulas de volumen variable.

### Alimentación a equipos, tableros, alumbrado y control de elevador

Descripción	Unid.	Cant.
Tubo conduit P.G.G. de 19 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	15
Tubo conduit P.G.G. de 25 mm c/c marca Catusa u Omega	metro	22
Tubo conduit P.G.G. de 38 mm c/c marca Catusa u Omega	metro	70
Tubo conduit P.G.G. de 51 mm c/c marca Catusa u Omega	metro	32
Tubo conduit P.D.G. de 13 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	24
Conector P.D.G. de 13 mm marca Catusa u Omega	pieza	32
Monitor y contra de 19 mm marca Catusa u Omega	juegos	4
Monitor y contra de 25 mm marca Catusa u Omega	juegos	14
Monitor y contra de 38 mm marca Catusa u Omega	juegos	30
Monitor y contra de 51 mm marca Catusa u Omega	juegos	16
Caja registro cuadrada galvanizada 13 mm marca Raco o Stell	pieza	9
Caja registro condulet serie rectangular tipo FS 13 mm cat. FS-1 con tapa y empaque marca C.H. Domex	pieza	5
Caja registro condulet serie ovalada tipo L de 19 mm cat. L-27 con tapa y empaque marca C.H. Domex	juego	2
Caja registro condulet serie ovalada tipo L de 25 mm cat. L-37 con tapa y empaque marca C.H. Domex	juego	3
Caja registro condulet serie ovalada tipo L de 38 mm cat. L-57 con tapa y empaque marca C.H. Domex	juego	12

Tabla 4.5. Materiales para alimentaciones. (Continúa).

**Alimentación a equipos, tableros, alumbrado y control de elevador**

Descripción	Unid.	Cant.
Caja registro conduit serie ovalada tipo L de 51 mm cat. L-67 con tapa y empaque marca C.H. Domex	juego	6
Caja registro conduit serie ovalada tipo T de 25 mm cat. T-37 con tapa y empaque marca C.H. Domex	juego	1
Reducción bushing tipo RE de 25 mm a 19 mm cat. RE-32 marca C.H. Domex	pieza	3
Cable de cobre tipo THW calibre 10 AWG marca CONDUMEX	metro	730
Cable de cobre tipo THW calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	130
Cable de cobre tipo THW calibre 8 AWG marca CONDUMEX	metro	650
Cable de cobre tipo THW calibre 2 AWG marca CONDUMEX	metro	1250
Cable de cobre desnudo calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	200
Cable de cobre desnudo calibre 8 AWG marca CONDUMEX	metro	350
Apagador un polo línea Luxury cat LU-101 marca Arron Hart	pieza	3
Receptáculo duplex polarizado blanco 125V, 15A cat. M-5250-B marca Arron Hart	pieza	3
Placa para contacto duplex a prueba de intemperie cat. DS-70G marca C.H. Domex	pieza	3
Placa de una unidad Luxury cat. LU-106 marca Arron Hart	pieza	3
Materiales varios para soportería	lote	1
Materiales varios para conexiones	lote	1

**Alimentación a tableros, alumbrado servicios emergencia y normal**

Descripción	Unid.	Cant.
Tubo conduit P.G.G. de 51 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	94
Tubo conduit P.G.G. de 38 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	46
Tubo conduit P.G.G. de 32 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	28
Tubo conduit P.G.G. de 25 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	22
Tubo conduit P.G.G. de 19 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	24
Tubo conduit P.G.G. de 13 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	10
Tubo conduit P.D.G. de 32 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	32
Tubo conduit P.D.G. de 19 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	182
Tubo conduit P.G.G. de 13 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	8
Conector P.D.G. de 13 mm marca Catusa u Omega	pieza	28
Conector P.D.G. de 19 mm marca Catusa u Omega	pieza	36
Conector P.D.G. de 32 mm marca Catusa u Omega	pieza	24
Monitor y contra de 51 mm marca Catusa u Omega	juegos	25
Monitor y contra de 38 mm marca Catusa u Omega	juegos	18
Monitor y contra de 32 mm marca Catusa u Omega	juegos	28
Monitor y contra de 25 mm marca Catusa u Omega	juegos	18

Tabla 4.5. Materiales para alimentaciones. (Continúa).

**Alimentación a tableros, alumbrado servicios emergencia y normal**

Descripción	Unid.	Cant.
Monitor y contra de 19 mm marca Catusa u Omega	juegos	60
Monitor y contra de 13 mm marca Catusa u Omega	juegos	18
Caja registro cuadrada galvanizada 19 mm marca Raco o Stell	pieza	3
Caja registro condulet serie ovalada tipo L de 51 mm cat. L-67 con tapa y empaque marca C.H. Domex	pieza	8
Caja registro condulet serie ovalada tipo L de 32 mm cat. L-47 con tapa y empaque marca C.H. Domex	juego	5
Caja registro condulet serie ovalada tipo L de 19 mm cat. L-27 con tapa y empaque marca C.H. Domex	juego	24
Caja registro condulet serie ovalada tipo L de 13 mm cat. L-17 con tapa y empaque marca C.H. Domex	juego	10
Caja registro condulet serie ovalada tipo T de 51 mm cat. T-67 con tapa y empaque marca C.H. Domex	juego	6
Caja registro condulet serie ovalada tipo T de 38 mm cat. T-57 con tapa y empaque marca C.H. Domex	juego	9
Caja registro condulet serie ovalada tipo T de 25 mm cat. T-37 con tapa y empaque marca C.H. Domex	juego	3

**Alimentación a tableros, alumbrado servicios emergencia y normal**

Descripción	Unid.	Cant.
Caja registro condulet serie ovalada tipo T de 19 mm cat. T-27 con tapa y empaque marca C.H. Domex	juego	3
Tapa galvanizada de 19 mm marca Famsa	pieza	3
Ducto cuadrado embisagrado de 10x10 cat. LD-45 con conector cat LD4C marca Square'D	tramo	34
Placa sierre de 10x10 cm cat. LC-4CP marca Squar'D	pieza	68
Cable de cobre tipo THW calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	1850
Cable de cobre tipo THW calibre 10 AWG marca CONDUMEX	metro	2730
Cable de cobre tipo THW calibre 8 AWG marca CONDUMEX	metro	420
Cable de cobre tipo THW calibre 6 AWG marca CONDUMEX	metro	1100
Cable de cobre tipo THW calibre 4 AWG marca CONDUMEX	metro	800
Cable de cobre tipo THW calibre 2 AWG marca CONDUMEX	metro	370
Cable de cobre tipo THW calibre 1/0 AWG marca CONDUMEX	metro	200
Cable de cobre tipo THW calibre 2/0 AWG marca CONDUMEX	metro	90
Cable de cobre desnudo calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	670
Cable de cobre desnudo calibre 10 AWG marca CONDUMEX	metro	400
Cable de cobre desnudo calibre 8 AWG marca CONDUMEX	metro	290
Cable de cobre desnudo calibre 6 AWG marca CONDUMEX	metro	70
Materiales varios para soporteria	lote	1
Materiales varios para conexiones	lote	1

Tabla 4.5. Materiales para alimentaciones. (Continúa).



### Alimentación a equipos de aire acondicionado

Descripción	Unid.	Cant.
Tubo conduit P.G.G. de 13 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	70
Tubo conduit P.G.G. de 19 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	100
Tubo conduit P.G.G. de 25 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	38
Tubo conduit P.G.G. de 32 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	80
Tubo conduit P.G.G. de 38 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	52
Tubo conduit P.G.G. de 51 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	40
Tubo conduit P.D.G. de 76 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	87
Monitor y contra de 13 mm marca Catusa u Omega	juegos	52
Monitor y contra de 19 mm marca Catusa u Omega	juegos	45
Monitor y contra de 25 mm marca Catusa u Omega	juegos	36
Monitor y contra de 32 mm marca Catusa u Omega	juegos	35
Monitor y contra de 38 mm marca Catusa u Omega	juegos	30
Monitor y contra de 51 mm marca Catusa u Omega	juegos	8
Monitor y contra de 76 mm marca Catusa u Omega	juegos	18
Tubo flexible de 13 mm marca Tubos Flexibles Mexicanos	metro	14
Tubo flexible de 19 mm marca Tubos Flexibles Mexicanos	metro	16
Tubo flexible de 25 mm marca Tubos Flexibles Mexicanos	metro	8
Tubo flexible de 76 mm marca Tubos Flexibles Mexicanos	metro	4

### Alimentación a equipos de aire acondicionado

Descripción	Unid.	Cant.
Conector recto para tubo flexible Liquatite de 13 mm marca Tubos Flexibles Mexicanos	metro	28
Conector recto para tubo flexible Liquatite de 19 mm marca Tubos Flexibles Mexicanos	metro	32
Conector recto para tubo flexible Liquatite de 25 mm marca Tubos Flexibles Mexicanos	metro	16
Conector recto para tubo flexible Liquatite de 76 mm marca Tubos Flexibles Mexicanos	metro	10
Caja registro condulet serie ovalada tipo L de 13 mm cat. L-17 con tapa y empaque marca C.H. Domex	pieza	12
Caja registro condulet serie ovalada tipo L de 19 mm cat. L-27 con tapa y empaque marca C.H. Domex	juego	36
Caja registro condulet serie ovalada tipo L de 25 mm cat. L-37 con tapa y empaque marca C.H. Domex	juego	19
Caja registro condulet serie ovalada tipo L de 32 mm cat. L-47 con tapa y empaque marca C.H. Domex	juego	28
Caja registro condulet serie ovalada tipo L de 38 mm cat. L-57 con tapa y empaque marca C.H. Domex	juego	10
Caja registro condulet serie ovalada tipo L de 51 mm cat. L-67 con tapa y empaque marca C.H. Domex	juego	12

Tabla 4.5. Materiales para alimentaciones. (Continúa).

**Alimentación a equipos de aire acondicionado**

Descripción	Unid.	Cant.
Caja registro condulet serie ovalada tipo LL de 76 mm cat. LL-87 con tapa y empaque marca C.H. Domex	juego	27
Caja registro condulet serie ovalada tipo LR de 76 mm cat. LR-87 con tapa y empaque marca C.H. Domex	juego	27
Caja registro condulet serie ovalada tipo T de 13 mm cat. T-17 con tapa y empaque marca C.H. Domex	juego	1
Caja registro condulet serie ovalada tipo T de 19 mm cat. T-27 con tapa y empaque marca C.H. Domex	juego	7
Caja registro condulet serie ovalada tipo T de 25 mm cat. T-37 con tapa y empaque marca C.H. Domex	juego	9
Caja registro condulet serie ovalada tipo T de 32 mm cat. T-47 con tapa y empaque marca C.H. Domex	juego	3
Caja registro condulet serie ovalada tipo C de 13 mm cat. C-17 con tapa y empaque marca C.H. Domex	juego	1
Caja registro condulet serie ovalada tipo C de 19 mm cat. C-27 con tapa y empaque marca C.H. Domex	juego	16
Caja registro condulet serie ovalada tipo C de 25 mm cat. C-37 con tapa y empaque marca C.H. Domex	juego	7
Caja registro condulet serie ovalada tipo C de 32 mm cat. C-47 con tapa y empaque marca C.H. Domex	juego	3
Caja registro condulet serie ovalada tipo C de 76 mm cat. C-87 con tapa y empaque marca C.H. Domex	juego	6

**Alimentación a equipos de aire acondicionado**

Descripción	Unid.	Cant.
Reducción bushing tipo RE de 19 mm a 13 mm cat. RE-21 marca C.H. Domex	pieza	7
Reducción bushing tipo RE de 25 mm a 13 mm cat. RE-31 marca C.H. Domex	pieza	7
Reducción bushing tipo RE de 25 mm a 19 mm cat. RE-32 marca C.H. Domex	pieza	3
Reducción bushing tipo RE de 32 mm a 19 mm cat. RE-42 marca C.H. Domex	pieza	4
Reducción bushing tipo RE de 32 mm a 25 mm cat. RE-43 marca C.H. Domex	pieza	1
Caja registro condulet serie rectangular tipo FS de 13 mm cat FS-1 marca C.H. Domex	pieza	14
Placa para apagador cat DS-32G con empaque de nopreno cat. GASK-91-N marca C.H. Domex	juego	14
Cable de cobre tipo THW calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	850
Cable de cobre tipo THW calibre 10 AWG marca CONDUMEX	metro	1900
Cable de cobre tipo THW calibre 8 AWG marca CONDUMEX	metro	1200
Cable de cobre tipo THW calibre 6 AWG marca CONDUMEX	metro	3200
Cable de cobre tipo THW calibre 4 AWG marca CONDUMEX	metro	350
Cable de cobre tipo THW calibre 2 AWG marca CONDUMEX	metro	220
Cable de cobre tipo THW calibre 3/0 AWG marca CONDUMEX	metro	1700
Cable de cobre tipo THW calibre 4/0 AWG marca CONDUMEX	metro	70

Tabla 4.5. Materiales para alimentaciones. (Continúa).

**Alimentación a equipos de aire acondicionado**

Descripción	Unid.	Cant.
Cable de cobre desnudo calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	500
Cable de cobre desnudo calibre 10 AWG marca CONDUMEX	metro	600
Cable de cobre desnudo calibre 8 AWG marca CONDUMEX	metro	200
Cable de cobre desnudo calibre 4 AWG marca CONDUMEX	metro	325
Apagador 1 polo color marfil cat. TL-1-M marca Arrow Hart	pieza	14
Ducto cuadrado de 4''x4'' (10x10 cm) cat. LD-45 c/c marca Square'D	tramo	12
Placa cierre de 4''x4'' (10x10 cm) cat. LD-4CP marca Square'D	pieza	24
Materiales varios para soportería	lote	1
Materiales varios para conexiones	lote	1

**Alimentación a equipos hidrosanitarios**

Descripción	Unid.	Cant.
Tubo conduit P.G.G. de 19 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	20
Tubo conduit P.G.G. de 25 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	50
Tubo conduit P.G.G. de 32 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	50
Monitor y contra de 19 mm marca Catusa u Omega	juegos	8
Monitor y contra de 25 mm marca Catusa u Omega	juegos	4
Monitor y contra de 32 mm marca Catusa u Omega	juegos	4
Tubo flexible Liguatite de 19 mm marca Tubos Flexibles Mexicanos	metro	9
Tubo flexible Liguatite de 32 mm marca Tubos Flexibles Mexicanos	metro	1
Conector recto para tubo flexible Liguatite de 19 mm marca Tubos Flexibles M	pieza	18
Conector recto para tubo flexible Liguatite de 32 mm marca Tubos Flexibles M	pieza	2
Caja registro condulet serie ovalada tipo L de 19 mm cat. L-27 con tapa y empaque marca C.H. Domex	pieza	10
Caja registro condulet serie ovalada tipo L de 25 mm cat. L-37 con tapa y empaque marca C.H. Domex	pieza	9
Caja registro condulet serie ovalada tipo L de 32 mm cat. L-47 con tapa y empaque marca C.H. Domex	pieza	12
Caja registro condulet serie ovalada tipo T de 19 mm cat. T-27 con tapa y empaque marca C.H. Domex	pieza	1
Caja registro condulet serie ovalada tipo T de 25 mm cat. T-37 con tapa y empaque marca C.H. Domex	pieza	4
Caja registro condulet serie ovalada tipo C de 19 mm cat. C-27 con tapa y empaque marca C.H. Domex	pieza	12
Caja registro condulet serie ovalada tipo C de 25 mm cat. C-37 con tapa y empaque marca C.H. Domex	pieza	3
Caja registro condulet serie ovalada tipo C de 32 mm cat. C-47 con tapa y empaque marca C.H. Domex	pieza	2
Reducción bushing tipo RE de 25 mm a 19 mm cat. RE-32 marca C.H. Domes	juego	10
Reducción bushing tipo RE de 32 mm a 25 mm cat. RE-43 marca C.H. Domes	juego	2
Cable de cobre tipo THW calibre 10 AWG marca CONDUMEX	metro	900

Tabla 4.5. Materiales para alimentaciones. (Continúa).

**Alimentación a equipos hidrosanitarios**

Descripción	Unid.	Cant.
Cable de cobre tipo THW calibre 8 AWG marca CONDUMEX	metro	700
Cable de cobre tipo THW calibre 2 AWG marca CONDUMEX	metro	350
Cable de cobre desnudo calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	35
Cable de cobre desnudo calibre 10 AWG marca CONDUMEX	metro	210
Cable de cobre desnudo calibre 8 AWG marca CONDUMEX	metro	120
Materiales varios para soportería	lote	1
Materiales varios para conexiones	lote	1

**Alimentación tableros de distribución y transformadores secos**

Descripción	Unid.	Cant.
Tubo conduit P.G.G. de 25 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	8
Tubo conduit P.G.G. de 32 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	5
Tubo conduit P.G.G. de 51 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	30
Tubo conduit P.G.G. de 63 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	1
Monitor y contra de 25 mm marca Catusa u Omega	juegos	4
Monitor y contra de 32 mm marca Catusa u Omega	juegos	6
Monitor y contra de 51 mm marca Catusa u Omega	juegos	8
Monitor y contra de 63 mm marca Catusa u Omega	juegos	3
Caja registro conduit serie ovalada tipo L de 25 mm cat. L-37 con tapa y empaque marca C.H. Domex	pieza	3
Caja registro conduit serie ovalada tipo L de 32 mm cat. L-47 con tapa y empaque marca C.H. Domex	pieza	2
Caja registro conduit serie ovalada tipo L de 51 mm cat. L-67 con tapa y empaque marca C.H. Domex	pieza	6

**Alimentación tableros de distribución y transformadores secos**

Descripción	Unid.	Cant.
Charola porta cables de aluminio de 45 cm cat. TR-52 c/c marca C.H. Domex	tramo	4
Charola porta cables de aluminio de 20 cm cat. TR-22 c/c marca C.H. Domex	tramo	16
Curva vertical interior a 90° de 20 cm cat. CVI-211 marca C.H. Domex	pieza	1
Curva vertical exterior a 90° de 20 cm cat. CVE-211 marca C.H. Domex	pieza	4
Curva vertical exterior a 90° de 20 cm cat. CVE-521 marca C.H. Domex	pieza	1
Reducción recta cat. RR-62 marca C.H. Domex	pieza	2
T horizontal de 45 cm cat. T-52 marca C.H. Domex	pieza	1
Conector de escalera a caja de 45 cm cat. CEC-5 marca C.H. Domex	pieza	1
Conector de escalera a caja de 30 cm cat. CEC-2 marca C.H. Domes	pieza	4
Cable de cobre tipo THW calibre 6 AWG marca CONDUMEX	metro	70
Cable de cobre tipo THW calibre 2 WG marca CONDUMEX	metro	1600
Cable de cobre tipo THW calibre 4 WG marca CONDUMEX	metro	50
Cable de cobre tipo THW calibre 1/0 AWG marca CONDUMEX	metro	300

Tabla 4.5. Materiales para alimentaciones. (Continúa).

**Alimentación tableros de distribución y transformadores secos**

Descripción	Unid.	Cant.
Cable de cobre tipo THW calibre 4/0 AWG marca CONDUMEX	metro	10
Cable de cobre desnudo calibre 10 AWG marca CONDUMEX	metro	30
Cable de cobre desnudo calibre 8 AWG marca CONDUMEX	metro	20
Cable de cobre desnudo calibre 6 AWG marca CONDUMEX	metro	100
Cable de cobre desnudo calibre 1/0 AWG marca CONDUMEX	metro	114
Materiales varios para soportería	lote	1
Materiales varios para conexiones	lote	1

**Alimentación interruptor de enlace**

Descripción	Unid.	Cant.
Charola portables de aluminio de 20 cm cat. TR-22 c/c marca C.H. Domex	tramo	33
Curva vertical exterior a 90° de 20 cm cat. CVE-211 marca C.H. Domex	pieza	2
Conector de escalera a caja de 20 cm cat. CEC-2 marca C.H. Domex	pieza	2
Cable de cobre tipo THW calibre 1/0 AWG marca CONDUMEX	metro	1570
Cable de cobre desnudo calibre 1/0 AWG marca CONDUMEX	metro	130
Materiales varios para soportería	lote	1
Materiales varios para conexiones	lote	1

Tabla 4.5. Materiales para alimentaciones.

**Luces de obstrucción**

Descripción	Unid.	Cant.
Tubo conduit P.G.G. de 13 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	38
Tubo conduit P.G.G. de 19 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	35
Monitor y contra de 19 mm marca Catusa u Omega	juegos	16
Caja registro condulet serie ovalada tipo L de 13 mm cat. L-17 con tapa y empaque marca C.H. Domex	pieza	14
Caja reg. serie oval tipo L de 19 mm cat. L-27 con tapa y empaque mca. C.H.	pieza	3
Caja registro serie ovalada tipo T de 13 mm cat. T-17 con tapa y empaque marca C.H. Domex	pieza	1
Caja registro serie ovalada tipo T de 19 mm cat. T-27 con tapa y empaque marca C.H. Domex	pieza	3
Caja registro serie ovalada tipo C de 13 mm cat. C-17 con tapa y empaque marca C.H. Domex	pieza	1
Cable de cobre tipo THW calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	350
Cable de cobre tipo THW calibre 10 AWG marca CONDUMEX	metro	450
Cable de cobre desnudo calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	230
Fotocontrol y receptáculo 120 V modelo F-12 marca Bekolite	pieza	1
Luz de obstrucción serie U difusor rojo liso cat. UO11-1T marca Ilinsa	pieza	3
Luz de obstrucción serie U difusor rojo liso cat. UO21-21T marca Ilinsa	pieza	1
Contactador de 2P-30 A en caja tipo-1 cat. LMG-1 marca Squire'D	pieza	1
Materiales varios para soportería	lote	1
Materiales varios para conexión	lote	1

Tabla 4.6. Materiales para luces de obstrucción.

### Instalación de pararrayos

Descripción	Unid.	Cant.
Base plana para punta cat. C-60	pieza	69
Punta maciza cromada de 30 cm cat. C85A	pieza	69
Conector T cat. C262	pieza	29
Conector recto mecánico cat. C305	pieza	18
Conector cruz cat. C119	pieza	1
Conector de tubería hasta 25 mm cat. C306	pieza	14
Conector de tubería de 38 a 51 mm cat. C306A	pieza	1
Cable de cobre de 13 mm de 28 hilos cat. C40	metro	893
Abrazadera para cable cat. C121A	pieza	793
Abrazadera para tierra cat. C297A	pieza	7
Desconector de tierra cat. C303X	pieza	7
Bayoneta para tierra cat. C138	pieza	7
Poliducto de 19 mm cat. POL19	metro	313
Taquetes de nylon cat. S6	pieza	816
Tornillo de acero inoxidable cuerda corrida cat. FU110	pieza	816
Materiales varios para soportería	lote	1

Tabla 4.7. Materiales para pararrayos.

### Preparación para acometida de alta tensión

Descripción	Unid.	Cant.
Tubo de asbesto cemento de 101 mm	tramo	93
Tubo conduit P.G.G. de 101 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	96
Contra y monitor de 101 mm marca Catus u Omega	juego	12
Materiales varios para soportería	lote	1

Tabla 4.8. Materiales para acometida alta tensión.

### Luminarias y lámparas de servicio

Descripción	Unid.	Cant.
Luminaria fluorescentes 2x38 W con difusor envolvente modelo Galaxie serie 300 cat. 344 marca Novalux con balastro de alta eficiencia MARK-III, bases, canaletas	pieza	165
Equipo fluorescente 2x38 W color ultralum 300°K con balastro de alta eficiencia MARK-III bases, canaletas y acrílico difusor	pieza	140
Equipo para cajilla fluorescente de 2x38 W, 127 V con balastro de alta eficiencia MARK-III, bases, canaletas y acrílico difusor	pieza	12
Reflector HQI-70 W de 200 V, color cálido marca Starco con balastro remoto	pieza	35
Reflector HQI-150 W de 200 V, color cálido marca Starco con balastro remoto	pieza	4
Luminaria tipo empotrar en plafón bajo voltaje Microspot 50W, 12V, con lámpara Dicroico MR-16 cat. 63818 marca Starco con transformador remoto de 127 V a 12 V	pieza	59
Luminaria tipo empotrar en plafón bajo voltaje Microspot 50W, 12V, con lámpara Dicroico MR-16 cat. 63816 marca Starco	pieza	36

Tabla 4.9. Materiales para luminarias. (Continúa).

### Luminarias y lámparas de servicio

Descripción	Unid.	Cant.
Downlight compacto fluorescente de 2x13 W empotrar en plafón marca Starco con transformador remoto de 127V a 12V	pieza	175
Luminaria con dos tubos fluorescentes de 13 W compacto fluorescente Downlight cutoff cat. E4226-1 marca Rudd-lighting 127V	pieza	109
Luminaria V.S.P.A. de 100 W cat. QVO-510-M 220V marca Ruud-lighting	pieza	150
Luminaria V.S.P.A. con cuarzo de 100W en stand-by cat. QOV-510-M, 220V marca Ruud-lighting	pieza	53
Luminaria tipo arbotante con guarda protectora sin globo con foco A-19, 60W marca C.H. Domex	pieza	134
Luminario fluorescente de 2x38 W tipo Pismatite a prueba de vapor serie 601 marca Novalux	pieza	6
Luminaria fluorescente de 2x38 W tipo industrial RLM cat 212 marca Novalux	pieza	20
Reflector micro flood 75W, 127V cat. EL215BL marca Kim lighting	pieza	54
Reflector web lights C-54, 150W par 38 incandescente 120V con guarda protectora marca Kim lighting	pieza	4
Luminaria V.S.A.P. 70W, 120V tipo intemperie cat. SL5/70 HPS 120/BL-P marca Kim lighting	pieza	10
Luminaria V.S.A.P. 70W, 120V tipo intemperie cat. SL6/70 HPS 120/BL-p marca Kim lighting	pieza	4

### Luminarias y lámparas de servicio

Descripción	Unid.	Cant.
Luminaria Pathligh V.S.A.P. 70W, 120V cat. 3094/70 HPS 120 marca Kim lighting	pieza	8
Luminaria subacuática 75W par 38 marca Ilinsa	pieza	4
Cajillo para luz de cortesía constituido por portalámpara con base de porcelana cat. M-111 con foco A-19, 60W, 127V	pieza	9

Tabla 4.9. Materiales para luminarias.

### Tableros de alumbrado

Descripción	Unid.	Cant.
Tablero A tipo QOD-2 con los siguientes interruptores termomagnéticos derivados 2 de 1P-15 A, marca Square' D	juego	1
Tablero B, C, D, E, F, G, H, Y, J, K tipo QOD-2 con los siguientes interruptores termomagnéticos derivados 1 de 1P-15 A, marca Square' D	juego	10
Tablero CM1, CM2, CM3 tipo QOD-4 con los siguientes interruptores termomagnéticos derivados 1 de 1P-15 A, 1 de 1P-20 A marca Square' D	juego	3
Tablero TES tipo QOD-8 con los siguientes interruptores termomagnéticos derivados 2 de 1P-15 A, 1 de 1P-20 A marca Square' D	juego	1
Tablero TEP tipo NQOD-124AB11 con interruptor general de 3P-100 Ay los siguientes interruptores termomagnéticos derivados 2 de 1P-15 A, 1 de 1P-20 A. marca Square' D	juego	1

Tabla 4.10. Materiales para tableros. (Continúa).

**Tableros de alumbrado**

Descripción	Unid.	Cant.
Tablero SBE tipo QOD-6 con los siguientes interruptores termomagnéticos derivados 2 de 1P-15A, 1 de 1P-30 A, marca Square' D	juego	1
Tablero CLF tipo QOD-6 con los siguientes interruptores termomagnéticos derivados 2 de 1P-15 A, 1 de 1P-20 A, marca Square' D	juego	1
Tablero CO tipo QOD-4 con los siguientes interruptores termomagnéticos derivados 1 de 1P-15A, 1 de 1P-20A, marca Square' D	juego	1
Tablero COE tipo QOD-6 con los siguientes interruptores termomagnéticos derivados 1 de 1P-15, 3 de 1P-20A, marca Square' D	juego	1
Tablero AE tipo QOD-8 con los siguientes interruptores termomagnéticos derivados 5 de 1P-20A, marca Square' D	juego	1
Tablero AEE tipo QOD-6 con los siguientes interruptores termomagnéticos derivados 3 de 1P-20A, marca Square' D	juego	1
Tablero S tipo NQOD-12-4AB11 con interruptor general de 3P-100A y los siguientes interruptores termomagnéticos derivados 5 de 1P-15A, marca Square' D	juego	1
Tablero SE tipo NQOD-12-4AB11 con interruptor general de 3P-100A y los siguientes interruptores termomagnéticos derivados 6 de 1P-15A, marca Square' D	juego	1
Tablero SPB tipo QOD-8 con los siguientes interruptores termomagnéticos derivados 2 de 1P-15A, 1 de 1P-20 A, 1 de 2P-15 A, marca Square' D	juego	1

**Tableros de alumbrado**

Descripción	Unid.	Cant.
Tablero SPBE tipo NQOD-12-4AB11 con interruptor general de 3P-100A y los siguientes interruptores termomagnéticos derivados 6 de 1P-15A, 3 de 1P-20A, y 1 de 2P-15 A, marca Square' D	juego	1
Tablero SM tipo QOD-4 con los siguientes interruptores termomagnéticos derivados 2 de 1P-15 A, marca Square' D	juego	1
Tablero SN1, SN2, SN3, SN4 tipo NQOD-12-4AB11 con interruptor general de 3P-100A y los siguientes interruptores termomagnéticos derivados 4 de 1P-15A, 2 de 1P-20A, 2 de 1P-30A, marca Square' D	juego	4
Tablero SN1E, SN2E, SN3E, SN4E tipo QOD-8 con interruptores termomagnéticos derivados 4 de 1P-15 A, 1 de 1P-20A, marca Square' D	juego	4
Tablero SN5 tipo NQOD-12-4AB11 con interruptor general de 3P-100A y los siguientes interruptores termomagnéticos derivados 3 de 1P-15A, 4 de 1P-20A, 2 de 1P-30 A, marca Square' D	juego	1
Tablero SN5E tipo QOD-8 con los siguientes interruptores termomagnéticos derivados 3 de 1P-15A, 1 de 1P-20A, 2 de 2P-15A, marca Square' D	juego	1
Tablero SS tipo NQOD-30-4AB21 con interruptor general de 3P-225A y los siguientes interruptores termomagnéticos derivados 1 de 2P-40A, 1 de 2P-70A, 1 de 3P-30A, 2 de 3P-40A, 2 de 3P-50A y 1 de 3P-70A marca Square' D	juego	1

Tabla 4.10. Materiales para tableros. (Continúa).



**Tableros de alumbrado**

Descripción	Unid.	Cant.
Tablero SSE tipo NQOD-30-4AB21 con interruptor general de 3P-225A y los siguientes interruptores termomagnéticos derivados 1 de 1P-30A, 2 de 2P-30A, 3 de 2P-40A, 1 de 2P-50A y 2 de 3P-20A, marca Square' D	juego	1
Tablero E tipo NQOD-42-4AB21 con interruptor general de 3P-225A y los siguientes interruptores termomagnéticos derivados 8 de 1P-20A, 16 de 2P-15A, marca Square' D	juego	1
Tablero EE tipo NQOD-24-AB11 con interruptor general de 3P-100A y los siguientes interruptores termomagnéticos derivados 5 de 1P-15A, 8 de 2P-15A, marca Square' D	juego	1
Tablero VEE tipo QOD-8 con los siguientes interruptores termomagnéticos derivados 5 de 1P-15A, 1 de 1P-20A, marca Square' D	juego	1
Tablero VVE tipo NQOD-12-4AB11 con interruptor general de 3P-100A y los siguientes interruptores termomagnéticos derivados 11 de 1P-20A, marca Square' D	juego	1
Materiales Varios para soportería	lote	1

**Tableros de distribución y CCM'S**

Descripción	Unid.	Cant.
Tablero TDE-1 (ver especificaciones particulares de equipo)	lote	1
Tablero TDE-2 (ver especificaciones particulares de equipo)	lote	1
Tablero TD-2 (ver especificaciones particulares de equipo)	lote	1
Centro de control de motores CCM-AAE (ver especificaciones particulares de equipo)	lote	1
Centro de control de motores CCM-AA (ver especificaciones particulares de equipo)	lote	1
Centro de control de motores VHP (ver especificaciones particulares de equipo)	lote	1
Materiales varios para soportería	lote	1

**Tableros generales en baja tensión.**

Descripción	Unid.	Cant.
Tablero TGE (ver especificaciones particulares de equipo)	lote	1
Tablero TG-1 (ver especificaciones particulares de equipo)	lote	1
Tablero TG-2 (ver especificaciones particulares de equipo)	lote	1
Materiales varios para soportería	lote	1

Tabla 4.10. Materiales para tableros.

**Interruptor termomagnético en caja y transformador tipo seco**

Descripción	Unid.	Cant.
Interruptor termomagnético en caja moldeada tipo -1 de 1P-20A, marca Square'D	pieza	1
Interruptor termomagnético en caja moldeada tipo -1 de 1P-30A, marca Square'D	pieza	1
Interruptor termomagnético en caja moldeada tipo -1 de 1P-50A, marca Square'D	pieza	3
Interruptor termomagnético en caja moldeada tipo -1 de 3P-20A, marca Square'D	pieza	5
Interruptor termomagnético en caja moldeada tipo -1 de 3P-40A, marca Square'D	pieza	5
Interruptor termomagnético en caja moldeada tipo -1 de 3P-50A, marca Square'D	pieza	8
Interruptor termomagnético en caja moldeada tipo -1 de 3P-70A, marca Square'D	pieza	2
Interruptor termomagnético en caja moldeada tipo -1 de 3P-100A, marca Square'D	pieza	4
Interruptor termomagnético en caja moldeada tipo -1 de 3P-125A, marca Square'D	pieza	2
Interruptor termomagnético en caja moldeada tipo -1 de 3P-250A, marca Square'D	pieza	4
Transformador tipo seco trifásico de 30kVA, 440V en el primario 220/127V en el secundario marca Tragesa	pieza	1
Transformador tipo seco trifásico de 45kVA, 440V en el primario 220/127V en el secundario marca Tragesa	pieza	1
Transformador tipo seco trifásico de 75kVA, 440V en el primario 220/127V en el secundario marca Tragesa	pieza	2
Materiales varios para soportería	lote	1

Tabla 4.11. Materiales para interruptores.

**Equipos en subestación**

Descripción	Unid.	Cant.
Subestación tipo unitario para operar 23kV (ver especificaciones particulares de equipo)	lote	1
Transformador de potencia clave T1 (ver especificaciones particulares de equipo)	lote	1
Transformador de potencia clave T2 (ver especificaciones particulares de equipo)	lote	1
Planta eléctrica diesel 350 kW continuos, 395 kW emergencia (ver especificaciones particulares de equipo)	lote	1

Tabla 4.12. Materiales para subestación. (Continúa).

### Equipos en subestación

Descripción	Unid.	Cant.
Extintor de polvo químico	pieza	4
Tarima aislante de 0.6 m de ancho por 6 m de largo	pieza	1
Tarima aislante de 0.6 m de ancho por 2 m de largo	pieza	1
Equipo de seguridad conteniendo casco, guantes, gafas, botas, pértiga	lote	1
Materiales varios para soportería	lote	1

Tabla 4.12. Materiales para subestación.

### Sistema de tierra RDI cómputo (pozos)

Descripción	Unid.	Cant.
Cable de cobre desnudo calibre 4/0 AWG marca CONDUMEX	metro	8
Cable de cobre tipo THW calibre 2/0 AWG marca CONDUMEX	metro	85
Varilla coperweld de 5/8" marca Cadweld	pieza	8
Cartucho núm. 45 marca Cadweld	pieza	2
Zapata 1 barreno B-121C marca Cadweld	pieza	2
Desconector de tierra cat. C-303-X marca Cadweld	pieza	2
Tubo conduit P.G.G. de 32 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	28
Monitor y contra de 32 mm marca Catusa u Omega	pieza	4
Caja registro cuadrada galvanizada de 38 mm marca Famsa	pieza	2
Tapa galvanizada de 38 mm marca Famsa	pieza	2
Caja registro condulet serie ovalada tipo L de 32 mm cat. L-47 con tapa y empaque C.H. Domex	pieza	8
Lote de mat. que consta de arena, carbón, sal, limadura, sulfato de amonio	lote	1
Tubo PVC tipo pesado de 25 mm c/c marca Duralón	pieza	1
Materiales varios para soportería	lote	1
Materiales varios para conexión	lote	1

Tabla 4.13. Materiales para sistema de tierras. (Continúa).

### Sistema de tierra para subestación

Descripción	Unid.	Cant.
Cable de cobre tipo THW calibre 4/0 AWG marca CONDUMEX	metro	120
Cable de cobre desnudo calibre 4/0 AWG marca CONDUMEX	metro	85
Cable de cobre desnudo calibre 2/0 marca CONDUMEX	metro	30
Molde para conexión cable 4/0 tipo TA cat. TAC-2Q2Q marca Cadweld	pieza	1
Cartucho núm. 150 marca Cadweld	pieza	97
Molde para conexión cable 4/0, 2/0 tipo TA cat. TAC-2Q2G marca Cadweld	pieza	1
Cartucho del núm. 90 marca Cadweld	pieza	12
Molde para conexión cable 4/0, cable 4/0 tipo XA cat. XAC-2Q2Q marca Cadweld	pieza	1
Cartucho del núm. 200 marca Cadweld	pieza	39
Molde para conexión cable 4/0 varilla 5/8" tipo GT cat. GTC-162Q marca Cadweld	pieza	1
Cartucho del núm. 113 marca Cadweld	pieza	11
Molde para conexión cable 4/0 zapata tipo GL cat. GLC-2Q marca Cadweld	pieza	1

Tabla 4.13. Materiales para sistema de tierras. (Continúa).

### Sistema de tierra para subestación

Descripción	Unid.	Cant.
Cartucho núm. 65 marca Cadweld	pieza	2
Molde para conexión cable 2/0 zapata tipo GL cat. GLC-2G marca Cadweld	pieza	1
Cartucho núm. 45 marca Cadweld	pieza	11
Varilla coperweld de 5/8" marca Cadweld	pieza	10
Zapata 1 barreno cat. B121-CE marca Cadweld	pieza	13
Desconectador de tierra cat. C-303-X marca Cadweld	pieza	14
Tubo conduit P.G.G. de 32 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	40
Monitor y contra de 32 mm marca Catusa u Omega	pieza	30
Caja registro cuadrada galvanizada de 38 mm marca Catusa u Omega	pieza	15
Tapa galvanizada de 38 mm marca Famsa	pieza	15
Materiales varios para soportería	lote	1
Materiales varios para conexión	lote	1

Tabla 4.13. Materiales para sistema de tierras.

### Soportería para condóminos

Descripción	Unid.	Cant.
Unicanal (Unistrut) cat. LU-1000 marca Cross Line	tramo	60
Varilla roscada de 9.5 mm (3/8") de diámetro por 1.50 m de largo	pieza	200
Materiales varios para soportería (clips, tuercas, rondanas, tornillos, taquetes, etc.)	lote	1

Tabla 4.14. Materiales para soportería.

## 4.4 Especificaciones de equipo

Estas especificaciones se consideran complementarias a las contenidas en los planos respectivos, memoria de cálculo y lista de materiales y están basadas en las normas del reglamento de obras e instalaciones eléctricas en vigor.

### *Equipo de subestación*

Subestación tipo unitario para operar en 23 kV, 3 fases, 3 hilos, 60 Hz; servicio interior NEMA-1, constará de: gabinetes metálicos fabricados a partir de lámina de acero rolada en frío calibre 12 USG y estructura de perfiles laminados de acero formando secciones verticales para soportarse sobre base de concreto de 10 cm sobre el nivel de piso, puertas embisagradas, frente muerto. Previamente a la aplicación de la pintura de acabado, deberá limpiarse con chorro de arena (*sandblast*) o granalla tipo comercial, color gris. La subestación constará de lo siguiente:

- Una sección de acometida con barras principales y zapatas.
- Dos secciones de cuchillas desconectoras tripolares 3P, 600 A, operación en grupo sin carga, por medio de volante o palanca desde el frente. Se deberá de contar con un *interlock* que

- impida la apertura de las puertas cuando las cuchillas estén en posición de cerrado.
- Dos secciones de interruptor en aire provisto de fusibles limitadores de alta capacidad interruptiva, (1000 MVA), 25 A nominales, accionamiento con palanca, un juego de apartarrayos autovalvulares para operación entre 0 - 2400 msnm, para sistema con neutro solidamente conectado a tierra, 23 kV.
  - Dos secciones de acoplamiento con un bocado de las mismas dimensiones de alta tensión a transformadores T-1 de 1000 kVA y T-2 1000 kVA marca Elmex.

#### *Transformadores de potencia clave T-1 y T-2*

Transformadores de potencia clave T-1 y T-2 de 1000 kVA. Enfriamiento en aceite Rtemp., 65° C de elevación de temperatura sobre la temperatura ambiente con promedio de 30° C y máxima de 40° C, a la capacidad nominal y con aislamiento para 65° C, devanado primario 23000 V nominales, conexión delta, nivel básico de impulso 110 kV, cresta con cambiador de derivaciones de 2.5% cada uno, dos arriba y dos abajo de la tensión nominal del primario y operación sin carga, manija exterior y portacandado devanado secundario 440 V nominales, conexión delta estrella nivel básico de impulso 45 kV cresta. El neutro del devanado en estrella estará accesible fuera del tanque para ser conectado a tierra clase de aislamiento 1.2 kV mínima al neutro 1.2 kV impedancia según normas ANSI entre 5.75% y 6% frecuencia 60 Hz, humedad media anual 88%.

La garganta del primario alojará tres boquillas con el conductor apropiado para un cable de calibre núm. 2 AWG, y la garganta del secundario alojará 4 boquillas con el conector tipo espada apropiado para conectarse con barras de cobre al tablero general de baja tensión (TG-1, TG-2), esta conexión flexible la proveerá el fabricante del tablero. Las dimensiones de las gargantas serán adecuadas para manejar e instalar los cables y terminales, la tapa inferior de las gargantas deberá ser inclinada y llevará un dren de 13 mm en la parte más baja.

Los transformadores serán de potencia, trifásico 60 Hz, 23 kV, conexión delta en el primario 440/220 en el secundario con neutro fuera del tanque. Tendrán 5 derivaciones de 1000 V cada una, cuatro abajo del voltaje nominal y una arriba.

Los transformadores tendrán ductos en los lados de alta y baja tensión para su debido acoplamiento tanto a los gabinetes de 23 kV (transformadores 1 y 2) como para recibir la línea de alimentación en dicha tensión. En este último caso deberán tomarse las medidas necesarias para que las terminales de los conductores alimentadores puedan alojarse cómoda y holgadamente dentro de dichos ductos.

Nota: las normas de fabricación, prueba de empaque y embarque serán las aplicables de PEMEX, NOM-001-SEMP-1994 y ANSI.

### *Planta eléctrica de emergencia*

Planta eléctrica Diesel trifásica con una capacidad de 350 kW continuos y 395 kW de emergencia, 3 fases, 3 hilos, 60 Hz, 440 volts, factor de potencia 0.9, automática. El equipo estará básicamente constituido por un motor de combustión interna Diesel y un alternador trifásico acoplados directamente mediante discos de acero flexibles, haciendo una sola unidad, la cual está montada en base tipo patín construida de acero estructural. La relación de compresión del motor será determinada por el fabricante. El motor será alimentado con combustible Diesel, inyección directa, enfriado por agua y lubricación a presión. Los aparatos que contendrá la planta son: amperímetro indicador de carga de banco de baterías, medidor de revoluciones (tacómetro) y un termómetro indicador de la temperatura del sistema de enfriamiento. Las protecciones de la máquina serán por baja presión del aceite lubricante, y por alta temperatura del sistema de enfriamiento, así como una protección por sobre velocidad.

La planta se controla por un tablero de control de medición, el cual contiene un voltímetro de corriente alterna con escala de 0 a 600 V, un amperímetro de corriente alterna con escala de 0 a 1000 A, un medidor de frecuencia tipo lengüeta de 57/63 Hz y un interruptor electromagnético de 3P-700 A, a pie de generador para protección del mismo, un selector de fases para voltímetro de 4 posiciones, selector de fases para amperímetro a 4 posiciones, transformadores de corriente relación 1500/5 A y transformadores de potencia de 440 V.

El equipo de control de transferencia de 700 A, 440 V, 60 Hz, 3 fases, 3 hilos, con *interlock* mecánico y eléctrico para evitar la conexión simultánea de las fuentes normal y

emergencia, montado en gabinete de lámina rolando en frío, totalmente alambrado y conectado al equipo de arranque y paro automático. Todo el equipo estará construido de acuerdo a las NOM y ANSI.

Al interrumpirse el suministro normal de energía eléctrica, ya sea en todas o cualquiera de sus fases, y al existir variaciones de voltaje abajo del 80% del nominal, la planta arrancará automáticamente. En caso de que la planta eléctrica no arrancara, un control permitirá que se efectúen tres o cuatro intentos de arranque y paro de corta duración, con intervalos aproximadamente de 15 a 30 seg, cada uno durante un lapso de 90 seg, tiempo límite para que el motor arranque, en caso de no arrancar, deberá encenderse una lámpara indicando falla en el sistema de arranque. Tan pronto como el motor de combustión interna trabaje normalmente, deberá conectarse automáticamente el circuito de arranque, este control deberá de enseñar mediante lámparas las fallas por alta temperatura de agua, baja presión del aceite y sobre velocidad en la máquina, al generar energía la planta eléctrica, el equipo de control de transferencia automática deberá transferir la energía de la planta eléctrica al circuito de emergencia.

El equipo de arranque tendrá las siguientes características: 4 protecciones, operará con 24 V de corriente directa, con cuatro intentos de arranque, con cuatro indicaciones luminosas por falla en el sistema y un *switch* selector operación manual, automática y fuera.

La planta tendrá luces indicadoras que son: lámpara piloto de operación del equipo, de transferencia normal y lámpara piloto de operación del equipo de transferencia en emergencia, lámpara piloto para indicar falla de arranque, lámpara piloto para indicar alta temperatura, lámpara piloto para indicar baja presión en el aceite y lámpara piloto para indicar sobre velocidad de la máquina.

Contendrá también relevadores auxiliares del tipo: relevador de tiempo para cambio de emergencia a normal ajustable de 0-100 seg., reloj de prueba periódica automática semanal (ejercitador) ajustable al día y hora deseado, cargador de baterías de 24 V corriente directa y un horómetro.

### *Tablero general de baja tensión "TG-1" y "TG-2"*

Tablero general de baja tensión TG-1 y TG-2, tipo CBI normal de 440 V, 60 Hz, en gabinete, fabricado de lámina rolada en frío calibre 12 USG, del tipo autoportado, de frente muerto, acceso a los interruptores termomagnéticos en su parte frontal con puerta embisagrada y acceso por la parte posterior desmontando las cubiertas atornilladas. El proceso de acabado será con limpieza a chorro de arena o granalla grado comercial y esmalte color gris.

El tablero contendrá un equipo de medición línea *power logic* de Square'D modelo CM-250 con *display* digital para instalarse con parte del gabinete de estos tableros, con las siguientes funciones básicas: medición (de amperes, de voltaje línea-neutro, de voltaje línea-línea, de watts de VAR, de kVA de factor de potencia, de frecuencia, etc.). Un interruptor general termomagnético, operación manual, montaje fijo de 3 polos, 800 A con protección de sobrecarga y corto circuito. Deberá considerarse en acoplamiento con barras flexibles de cobre a los *bushings* de baja tensión a los transformadores T-1 y T-2 de 1000 kVA que se acoplan a los gabinetes respectivos de los tableros TG-1 y TG-2. Derivándose también del interruptor general se tendrán los siguientes interruptores termomagnéticos en el TG-1, uno de 3P-700 A, uno de 3P-125 A, uno de 3P-100 A y uno de 3P-50 A, así como un espacio de 3P-100 A; en el TG-2 se tendrán los siguientes interruptores termomagnéticos: cuatro de 3P-250 A, dos de 3P-100 A, uno de 3P-20 A así como un espacio de 3P-250 A y uno de 3P-100 A, en los tableros también se tendrá una barra neutra de 1000 A y una barra de tierra física de la misma capacidad.

### *Tablero de emergencia TGE*

Tablero general de baja tensión de emergencia TGE, tipo I-Line 440 V, 60 Hz, fabricado de lámina rolada en frío calibre 12 USG del tipo autoportado, el frente muerto, acceso a los interruptores termomagnéticos en su parte frontal con puerta embisagrada, el proceso de acabado será con limpieza a chorro de arena o granalla grado comercial y esmalte color gris.

El tablero contendrá: un equipo de medición línea *power logic* Square'D modelo CM250 con *display* digital para instalarse como parte del gabinete de este tablero, con las siguientes funciones básicas: medición (de amperes, voltaje línea-neutro, de voltaje línea-línea, de watts, de VAR, de kVA, de factor de potencia, de frecuencia, etc.). Un interruptor general termomagnético



operación manual, montaje fijo de 3P-700 A con protección de sobrecarga y corto circuito. Derivándose del interruptor general se tendrán los siguientes interruptores termomagnéticos: uno de 3P-350 A, uno de 3P-125 A, tres de 3P-100 A, uno de 3P-70 A, dos de 3P-40 A y cuatro de 3P-20 A, así como dos espacios de 3P-250 A y dos de 3P-100 A, además se tendrá barra neutra de 1000 amperes y barra de tierra física de la misma capacidad.

#### *Tableros de distribución*

Tablero de distribución TDE-1 tipo I-line catálogo KA225M101 con interruptor general de 3P-125 A, así como los siguientes interruptores derivados 220/127 V: dos de 1P-30 A, seis de 2P-20 A y uno de 3P-50 A, marca Square'D.

Tablero de distribución TDE-2 tipo I-line catálogo KA225M102 con interruptor general de 3P-225 A, así como los siguientes interruptores derivados 220/127 V: tres de 2P-20 A, dos de 3P-20 A, uno de 3P-50 A y uno de 3P-125 A, marca Square'D.

Tablero de distribución TD-2 tipo I-line catálogo LA400M61 con interruptor general de 3P-225 A, así como los siguientes interruptores derivados 220/127 V: dos de 2P-20 A, uno de 3P-150 A, marca Square'D.

#### *Centro de control de motores "CCM"*

Centro de control de motores "CCM-AAE" con interruptor general de 3P-400 A, derivándose las siguiente combinaciones de interruptor termomagnético, arrancador magnético y estación de botones (arranque-paro) con luz piloto, de 440 V.

- a) Para equipo de 10 HP (UMA-1, 2, 4, 6, 8) con interruptor de 3P-40 A, arrancador magnético clase 8536 tipo LCG-3 con dos elementos térmicos B22 y estación de botones (arranque-paro) tipo 9999 con luz piloto indicadora.
- b) Para equipo de 15 HP (UMA-3, 5, 7, 9, 10, 11, 12) con interruptor de 3P-50 A, arrancador magnético clase 8606 tipo LDG-2 con dos elementos térmicos B32 y estación de botones(arranque-paro) tipo 9999 con luz piloto indicadora.
- c) Para equipo de 20 HP (VE-1) con interruptor de 3P-70 A, arrancador magnético clase 8606, tipo LDG-1 con dos elementos térmicos B40 y estación de botones (arranque-paro) tipo 9999

con luz piloto indicadora.

- d) Para equipo de 3 HP (VI-1, 2) con interruptor de 3P-20 A arrancador magnético clase 8536, tipo LBG-2 con dos elementos térmicos B6.90 y estación de botones (arranque-paro) tipo 9999 con luz piloto indicadora.
- e) Para equipo de 1 HP (UP-1) con interruptor de 3P-20 A arrancador magnético clase 8536, tipo LBG-2 con dos elementos térmicos B2.40 y estación de botones (arranque-paro) tipo 9999 con luz piloto indicadora.

Centro de control de motores “CCM-AA” con interruptor general de 3P-100 A, derivándose las siguientes combinaciones de interruptor termomagnético, arrancador magnético y estación de botones (arranque-paro) con luz piloto de 440 V.

- Para equipo de 15 HP (BAH-1, 2, 3) con interruptor de 3P-50 A, arrancador magnético clase 8606 tipo LDG-2 con dos elementos térmicos B32 y estación de botones (arranque-paro) tipo 9999 con luz piloto indicadora.

Centro de control de motores “CCM-VPH” con interruptor general de 3P-50 A, derivándose las siguientes combinaciones de interruptor termomagnético, arrancador magnético y estación de botones (arranque-paro) con luz piloto indicadora 220/127 V.

- a) Para equipo de 1.5 HP (VE-2, VI-3, 4) con interruptor de 1P-50 A, arrancador magnético clase 8536 tipo LCG-1 con dos elementos térmicos B28.0 y estación de botones (arranque-paro) tipo 9999 con luz piloto indicadora.
- b) Para equipo de 0.75 HP (VE-14) con interruptor de 1P-30 A, arrancador magnético clase 8536 tipo LBG-1 con dos elementos térmicos B12.8 y estación de botones (arranque-paro) tipo 9999 con luz piloto indicadora.
- c) Para equipo de 0.5 HP (VI-5) con interruptor de 1P-20 A, arrancador magnético clase 8536 tipo LBG-1 con dos elementos térmicos B10.2 y estación de botones (arranque-paro) tipo 9999 con luz piloto indicadora.

### *Características de los materiales*

#### *Tubería*

En el caso de canalizaciones que se tengan ahogadas en losas de concreto o muros, como

es el caso de las instalaciones de alumbrado en estacionamiento y en escaleras, se utilizará tubería *conduit* de pared delgada, pintada, marca Catusa u Omega. En el caso de canalizaciones aparentes ya sea en cuartos de máquinas, ductos verticales, etc., se utilizará tubería *conduit* de pared gruesa, galvanizada de las mismas marcas antes señaladas.

Los codos y coples serán los apropiados para cada caso de tubería a utilizar y en general deberán usarse codos prefabricados en tuberías de 25 mm o mayores, a excepción de las instalaciones en cuartos de máquinas y local de subestación, en donde se utilizarán cajas de conexiones tipo *condulet* en los cambios de dirección de la tubería sea cualquiera su diámetro.

#### *Cajas de conexiones*

Las cajas de conexiones normales y sus tapas serán de lámina gruesa galvanizada, con las dimensiones necesarias según el número de tuberías y diámetros que reciban y serán marca Raco o Stell. Las cajas de conexión tipo *condulet* serán de la marca C.H. Domex. Las cajas de dimensiones especiales tanto para instalaciones eléctricas como para teléfonos, serán de lámina en calibre no menor del núm. 16 USG galvanizada. Para instalaciones eléctricas deberán tener tapa atornillada y las de teléfonos tendrán tapa embisagrada con cerradura de media vuelta y con fondo de madera de 19 mm de espesor.

#### *Ductos*

Se utilizará ducto cuadrado embisagrado de 10x10 cm marca Square'D. Los accesorios para el ducto anterior tales como codos, adaptadores a tableros, tapas finales, etc., deberán ser prefabricados (no hacerse en obra) y serán de las mismas marcas señaladas para el ducto. Para la sustentación del mismo deberán invariablemente utilizarse los colgadores de fábrica y a su vez soportarse de la losa con canal *unistrut* o bien con fierro ángulo, sujetos a su vez de ésta con taquetes expansores o anclas y cargas.

#### *Cintas*

En todos aquellos casos en que se hagan conexiones en los conductores, éstas deberán soldarse utilizando soldadura de estaño 50x50 y pasta *soldering*. Una vez soldadas las conexiones

deberán cubrirse con cintas aislantes plásticas y negra, con el número de capas suficientes para igualar la resistencia de aislamiento del conductor. Las cintas a utilizar deberán ser marcas Scotch núm 33 y Atlas núm. 8. En todos los accesorios tales como apagadores y contactos, deberán cubrirse los bornes de conexión con cinta aislante.

#### *Apagadores, contactos y placas*

Los apagadores contactos y placas en las instalaciones convencionales como es el caso de cuartos de máquinas, local de subestación, sanitarias, tocadores, etc., serán de la línea intercambiable en color marfil marca Arron Hart y Bticiño. Se deberá tener especial cuidado al colocarse los contactos de tres polo invariablemente quede en la misma posición el polo de tierra física y preferentemente tener éste en la parte superior.

#### *Tableros de alumbrado*

Los tableros de alumbrado seán marcas Square'D tipo NQOD. Estos estarán en gabinete propio para sobreponer, y equipados con interruptores termomagnéticos del tipo de atornillar; además deberán ser identificados perfectamente cada uno de los interruptores derivados con un número pintado en la caja, se colocará un directorio con la relación completa de los mismos interruptores y los circuitos que protegen y controlan.

#### *Charolas*

Para la canalización horizontal de los tableros de fuerza y aire acondicionado se utilizará charola o escalera, éstas serán de aluminio marca C.H. Domex. La charola independientemente de su ancho tendrá una separación entre travesaños de 23 cm (9''). Todos los accesorios para la charola deberán ser prefabricados, no aceptándose elementos fabricados en la obra.

#### *Sistemas de tierras*

Todos los equipos, tableros, ductos, etc., de las instalaciones eléctricas deberán estar conectados a tierra de acuerdo a la NOM en vigor. Las conexiones a tierra se harán mediante el empleo de varillas *coperweld* que deberán ser hincadas en los lugares acondicionados como

pozos de tierra y conectada con cable de cobre desnudo, semiduro, calibre 2/0 AWG o del calibre indicado en plano IE 26.

#### *Sistema de pararrayos*

El sistema de pararrayos ha sido elaborado de acuerdo con la normas establecidas por NFPA. Los materiales que se utilizarán serán de cobre y bronce debiéndose utilizar los fabricados por Andamios y Pararrayos S.A.

Todos los objetos metálicos que se tengan en la azotea y que no se hubieran marcado en planos deberán conectarse al sistema y las conexiones entre metales no semejantes se harán por medio de conectores bimetálicos.

Las bajadas a tierra del anillo superior deberán llevarse dentro de tuberías PVC y quedarán ahogadas en columnas.

#### *Unidades de iluminación*

Antes de proceder al armado de las luminarias que se instalarán en el conjunto, deberán presentarse muestras de cada uno de los tipos para obtener por escrito la aprobación de la dirección de la obra.

Las marcas de los equipos utilizados en las luminarias deberán estandarizarse en forma absoluta, no aceptándose por ningún motivo mezclas de marcas, especialmente en el caso de reactores (marca Sola), tubos fluorescentes (marca Osram) y difusores.

#### *Soportería*

Todos los elementos de la instalación eléctrica deberán tener su propia soportería no permitiéndose utilizar soportes comunes con otras instalaciones.

El ducto cuadrado embisagrado se soportará colgado de losas mediante los colgadores universales del propio ducto, los que a su vez se soportarán con tramos en escuadra de fierro ángulo de 4 x 25 mm (1/8" x 1") que se fijarán a la losa con taquetes de expansión de 6.4 mm

(1/4").

Las tuberías *conduit* en las instalaciones convencionales se suspenderán con abrazaderas omega de 4 x 19 mm en tramos no mayores de 2 m y preferentemente las cajas de conexiones con solera de las mismas dimensiones.

Para la fijación de los tableros de alumbrado se construirá en el ducto de electricidad en cada piso una estructura de fierro ángulo de 4 x 38 mm que se fijarán a ala trabes y muros del propio ducto.

Las luminarias propias para empotrar se soportarán directamente de las losas con dos colgantes de fierro redondo de 6.4 mm de diámetro los que serán roscados en ambos extremos. En uno de estos extremos se fijará con taquete expensor de 6.4 mm y en el otro a la luminaria con tuerca tipo mariposa.

#### *Arrancadores*

Se instalarán arrancadores magnéticos no reversibles a tensión plena, en gabinete NEMA-1, para servicio interior, elementos térmicos y bobina para 127 V.

#### **4.5 Presupuesto**

El presupuesto es un análisis económico de cualquier obra, instalación o trabajo que se realice, se basa en el estudio de costos de precios unitarios que influyen en el desarrollo del mismo.

En la actualidad se presentan una serie de variantes de importancia que afectan los costos durante su análisis y que no se han contemplado en ningún manual, pero que se exponen para buscar los medios adecuados para su consideración.

Los análisis de precios unitarios dentro de los trabajos de instalaciones electromecánicas no pueden concretarse a un esquema exacto, es decir, cualquier costo estimado puede variar de persona a persona, de compañía a compañía e incluso en un mismo tipo de obra, siendo difícil

desarrollar sistemas con fórmulas, factores, tablas o reglas exactas que marquen una guía.

Además de las variables de eficiencia que puedan existir para la estimación de la mano de obra, se tienen otros factores que afectan los rendimientos en el desarrollo de los trabajos, tales como las condiciones ambientales, calidad de mano de obra, tipo de construcción, altura de ejecución, supervisión de obra, magnitud y ritmo de trabajo, etc., que conjuntamente se combinan para obtener un estimado de costo en las instalaciones.

A continuación se explican los principales parámetros que integran un análisis de precios unitarios:

Costos directos, los cuales están conformados por:

Materiales.

Equipo.

Mano de obra.

Factores de sobre costo, los cuales están conformados por:

Por instalación.

Por desperdicios.

Foraneidad.

Diversos.

Costos indirectos, los cuales están conformados por:

Gastos fijos centrales.

Indirectos de campo.

Financiamiento.

Impuestos.

Fianzas.

Imprevistos.

### *Costos directos*

En contabilidad, se define el costo directo como todos aquellos gastos que tienen la aplicación directa a la elaboración de un producto o instalación; para este efecto damos a

continuación los lineamientos de costos que integran éstos, siendo:

- Materiales: los descuentos que posiblemente puedan obtenerse, o los sobre costos en la adquisición de materiales deberán ser afectados en el análisis de precios por las siguientes circunstancias: entregas, seguros, maniobras de carga y descarga, variaciones de costo de compra, monto de obra y desperdicio y sobrante de materiales originado por las modificaciones de obra.
- Equipos: idem que materiales.
- Mano de obra: su integración será completa al considerar todos los factores que intervienen dentro de los lineamientos de los salarios base, prestaciones y otros, como son: días no laborables, prestaciones de ley y adicionales, liquidación, indemnización, jubilación, antigüedad y cuotas sindicales.

#### *Factores de sobre costo*

Tanto en los materiales como en la mano de obra existen factores que incrementan el costo al realizar los trabajos de instalaciones electromecánicas. Éstos son:

- Por instalación. Al realizarse los trabajos en la obra y de acuerdo a las características y condiciones del trabajo, se desarrolla bajo condiciones que reducen los rendimientos de la mano de obra, se deberán considerar los siguientes factores: pruebas, andamios, bodegas y servicios, transportación de personal, acarreo, limpieza
- Desperdicios. Éstos dependen del tipo y uso de materiales, en la tabla 4.15 se da la información de los índices porcentuales para diferentes materiales.
- Foraneidad. La ubicación de la obra con respecto a las oficinas generales, así como el traslado de personal a diferentes localidades y el envío de materiales a los lugares a donde se llevan a cabo los trabajos, son los componentes que afectan al costo como factores de foraneidad
- Diversos. Son aquellos que consideran: tipo de obra, tiempo de ejecución, capacitación, especialidad de la obra, compensaciones, trámites y vigilancia.

#### *Costos indirectos*

Son los gastos generales necesarios para la ejecución de la obra y la parte proporcional



para el funcionamiento de la empresa, no aplicables a un concepto de trabajo en particular, siendo los conceptos que lo integran los siguientes:

- Gastos fijos que se refieren a: honorarios, sueldos y prestaciones de personal directivo, personal técnico, personal administrativo; cuota patronal del IMSS e impuesto adicional sobre remuneraciones pagadas para el personal anteriormente mencionado; pasajes y viáticos.
- Depreciación, mantenimiento de renta de edificios, locales, muebles y enseres.
- Servicios como: depreciación, renta y operación de vehículos.
- Gastos de oficina: papelería y útiles de escritorio, correos, teléfonos, copias, luz, gas, otros consumos, gastos de concurso y otros.
- Indirectos de campo, se refiere a los conceptos antes mencionados en caso de tener la obra en un estado diferente al de residencia de la Compañía.
- Financiamiento: este factor es tan importante que no considerarlo adecuadamente puede anular la utilidad.
- Impuestos: éstos se refieren a los exigidos por SHCP (SHCP: Secretaría de Hacienda y Crédito Público).
- Fianzas. Para el cumplimiento de las condiciones contractuales, tales como: buen uso del anticipo, tiempo de ejecución, garantía de funcionamiento, etc.
- Imprevistos, que se refieren a: tiempos de duración de obra, condiciones climatologías, lugar y condiciones del medio de trabajo, medios y sistemas de seguridad, programación, equipo y herramientas, modificación de obra, falta de ingeniería de detalle.

<b>Descripción</b>	<b>índice porcentual</b>
Tubo conduit	10 %
Conductores de cobre	15 %
Cable uso rudo	5 %
Tubería conduit PVC	10 %
Contras y monitores	13 %
Empaques para condulets	5 %
Tubo conduit flexible metálico	10 %

Tabla 4.15. Índices porcentuales de desperdicio en materiales. (Continúa).

<b>Descripción</b>	<b>índice porcentual</b>
Conectores para cable o tubo flexible	2 %
Anclas y cargas	42 %
Soportería fabricada en obra	15 %
Accesorios, apagadores, clavijas	5 %
Ducto cuadrado metálico	15 %
Caja de conexiones	12 %

Tabla 4.15. Índices porcentuales de desperdicio en materiales.

#### *Utilidad*

La utilidad es un factor que determina si la empresa marcha correctamente o con pérdidas y según los economistas se debe tener un mínimo de 10% de utilidad neta por cada 100% invertido.

Tomando en cuenta lo anteriormente expuesto procedemos a realizar una estimación del costo del proyecto en el que consideramos:

#### *Materiales*

Con base en las tablas de materiales que contiene el precio unitario y total de cada uno de los equipos a utilizar, que se muestran en el Apéndice A, obtenemos el monto total por concepto de materiales.

#### *Mano de obra*

Se considera como una aproximación muy aceptable que el costo de la mano de obra será del 50% del costo total de los materiales.

#### *Indirectos*

Se considera una 7.5 % sobre la suma de los dos conceptos anteriores.

#### *Financiamiento*

Se considera un 1.5 % sobre la suma de los tres conceptos anteriores.

#### *Utilidad*

Se considera un 10 % sobre la suma de los cuatro conceptos anteriores.

A continuación se presenta el costo aproximado del proyecto, el cual queda integrado de la siguiente manera:

Concepto	Costo
Materiales	\$ 10 138 908.30
Mano de obra	\$ 5 069 454.15
Indirectos	\$ 1 140 627.18
Financiamiento	\$ 245 234.84
Utilidad	\$ 1 659 422.45
Total	<u>\$ 18 253 646.93</u>

El análisis de un presupuesto real se basa en el programa de cómputo NEODATA, cuya fundamentación está dada en un análisis de precios unitarios, del cual se da un ejemplo ilustrativo en el que se presentan diferentes hojas de análisis de precios unitarios de algunos conceptos utilizados en la ejecución de la obra.

El éxito entre un buen diseño y una buena construcción está en tener una planeación económica que permita considerar todos los gastos posibles, así como también, que la ejecución de la obra se lleve a cabo en el tiempo establecido, para obtener así el máximo de utilidad posible.

A partir de la planeación económica y la liberación del diseño, se podrá llevar a efecto el proyecto, y lograr la puesta en marcha del mismo, tema que se tratará con más detalle en el siguiente capítulo.

Empresa

Obra: Edificio Comercial

Lugar: Ciudad de México

### ANÁLISIS DE PRECIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis:

Unidad: ml

Suministro y colocación de cable THW cal. 8 AWG incluye: materiales, mano de obra, herramienta, equipo, material, misceláneo, pruebas, etc.

**Materiales**

ELE-0346	Cable No. 8 AWG tipo THW 600 W	ml	\$ 5.65	1.10000	\$ 6.22	77.08%
ELE-0305	Cinta de aislar	rl	\$ 9.80	0.02000	\$ 0.20	2.48%
Subtotal: materiales					<u>\$ 6.42</u>	79.55%

**Mano de obra**

MO- 0009	Cuadrilla (1 electricista + 1 ayud. )	jr	\$ 274.80	0.00600	\$ 1.65	20.45%
Subtotal: mano de obra					<u>\$ 1.65</u>	20.45%
Costo directo					<u>\$ 8.07</u>	
INDIRECTOS		11.85%			\$ 0.96	
SUBTOTAL					<u>\$ 9.03</u>	
FINANCIAMIENTO		1.6%			\$ 0.14	
SUBTOTAL					<u>\$ 9.17</u>	
UTILIDAD		10%			\$ 0.92	
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<u>\$ 10.09</u>	

(\* DIEZ PESOS 9/100 M.N.\*)

Empresa

Obra: Edificio Comercial

Lugar: Ciudad de México

## ANÁLISIS DE PRECIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

**Análisis:**

**Unidad: ml**

Suministro y colocación de tubo conduit galvanizado pared delgada 19 mm incluye conector contra y monitor.

### Materiales

ELE-2852	Tubo conduit galvanizado p. d. de 19 mm	ml	\$ 7.21	1.00000	\$ 7.21	46.91%
ELE-0345	Contra y monitor de 19 mm	pza	\$ 3.26	0.25000	\$ 0.82	5.34%
ELE-0390	Conector conduit de 19 mm	pza	\$ 1.69	0.25000	\$ 0.42	2.73%
	Subtotal: materiales				<u>\$ 8.45</u>	54.98%

### Mano de obra

MO- 0009	Cuadrilla (1 electricista + 1 ayud. )	jr	\$ 268.71	0.02500	\$ 6.72	43.72%
	Subtotal: mano de obra				<u>\$ 6.72</u>	43.72%

### Equipo y herramienta

%MO001	Herramienta menor	% mo	\$ 6.72	0.03000	\$ 0.20	1.30%
	Subtotal: Equipo y herramienta				<u>\$ 0.20</u>	1.30%
	Costo directo				<u>\$ 15.37</u>	
	INDIRECTOS	8.82%			\$ 1.36	
	SUBTOTAL				<u>\$ 16.73</u>	
	FINANCIAMIENTO	1.5%			\$ 0.25	
	SUBTOTAL				<u>\$ 16.98</u>	
	UTILIDAD	10%			\$ 1.70	
	<b>PRECIO UNITARIO</b>				<u><b>\$ 18.68</b></u>	

(\* DIECIOCHO PESOS 68/100 M.N.\*)

Empresa

Obra: Edificio Comercial

Lugar: Ciudad de México

## ANÁLISIS DE PRECIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

**Análisis:**

**Unidad: ml**

Suministro y colocación de tubo conduit galvanizado pared delgada 25 mm incluye conector contra y monitor.

### Materiales

ELE-2854	Tubo conduit galvanizado p. d. de 25 mm	ml	\$ 12.96	1.00000	\$ 12.96	59.26%
ELE-0347	Contra y monitor de 25 mm	pza	\$ 3.80	0.25000	\$ 0.95	4.34%
ELE-0391	Conector conduit de 25 mm	pza	\$ 1.93	0.25000	\$ 0.48	2.19%
Subtotal: materiales					<u>\$ 14.39</u>	65.80%

### Mano de obra

MO- 0009	Cuadrilla (1 electricista + 1 ayud. )	jr	\$ 268.71	0.02700	\$ 7.26	33.20%
Subtotal: mano de obra					<u>\$ 6.72</u>	33.20%

### Equipo y herramienta

%MO001	Herramienta menor	% mo	\$ 7.26	0.03000	\$ 0.22	1.01%
Subtotal: Equipo y herramienta					<u>\$ 0.22</u>	1.01%

Costo directo

\$ 21.87

INDIRECTOS

8.82%

\$ 1.93

SUBTOTAL

\$ 23.80

FINANCIAMIENTO

1.5%

\$ 0.36

SUBTOTAL

\$ 24.16

UTILIDAD

10%

\$ 2.42

**PRECIO UNITARIO**

\$ 26.58

(\* VEINTISEIS PESOS 58/100 M.N.\*)

Empresa

Obra: Edificio Comercial

Lugar: Ciudad de México

### ANÁLISIS DE PRECIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

**Análisis:**

**Unidad: ml**

Suministro y colocación de caja cuadrada (registro de lámina galvanizada gruesa) sección 12x12x5.7 cm sobre puesta en muro con sobre tapa tipo chalupa

**Materiales**

ELE-0382	Caja cuadrada 12x12x5.7 cm con sobretapa tipo chalupa	pza	\$ 7.56	1.00000	\$ 7.56	35.33%
	Subtotal: materiales				<u>\$ 7.56</u>	35.33%

**Mano de obra**

MO-0009	Cuadrilla (1 electricista + 1 ayud. )	jr	\$ 268.71	0.05000	\$ 13.44	62.80%
	Subtotal: mano de obra				<u>\$ 13.44</u>	62.80%

**Equipo y herramienta**

%MO001	Herramienta menor	% mo	\$ 13.44	0.03000	\$ 0.40	1.87%
	Subtotal: Equipo y herramienta				<u>\$ 0.40</u>	1.87%

Costo directo

\$ 21.40

INDIRECTOS

8.82%

\$ 1.89

SUBTOTAL

\$ 23.29

FINANCIAMIENTO

1.5%

\$ 0.35

SUBTOTAL

\$ 23.64

UTILIDAD

10%

\$ 2.36

**PRECIO UNITARIO**

\$ 26.00

(\*VEINTISEIS PESOS 0/100 M.N.\*)

Empresa

Obra: Edificio Comercial

Lugar: Ciudad de México

## ANÁLISIS DE PRECIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

**Análisis:**

**Unidad: ml**

Suministro y colocación de caja cuadrada (registro de lámina galvanizada gruesa) sección 18.5x18.5x9.5 cm empotrar en muro con sobre tapa tipo chalupa

### Materiales

ELE-0380	Caja cuadrada 18.5x18.5x9.5 cm con sobretapa tipo chalupa	pza	\$ 25.66	1.00000	\$ 25.66	64.96%
	Subtotal: materiales				<u>\$ 25.66</u>	64.96%

### Mano de obra

MO-0009	Cuadrilla (1 electricista + 1 ayud. )	jr	\$ 268.71	0.05000	\$ 13.44	34.03%
	Subtotal: mano de obra				<u>\$ 13.44</u>	34.03%

### Equipo y herramienta

%MO001	Herramienta menor	% mo	\$ 13.44	0.03000	\$ 0.40	1.01%
	Subtotal: Equipo y herramienta				<u>\$ 0.40</u>	1.01%
	Costo directo				<u>\$ 39.50</u>	
	INDIRECTOS	8.82%			\$ 3.48	
	SUBTOTAL				<u>\$ 42.98</u>	
	FINANCIAMIENTO	1.5%			\$ 0.64	
	SUBTOTAL				<u>\$ 43.62</u>	
	UTILIDAD	10%			\$ 4.36	
	<b>PRECIO UNITARIO</b>				<u><b>\$ 47.98</b></u>	

(\*CUARENTA Y SIETE PESOS 98/100 M.N.\*)



Empresa

Obra: Edificio Comercial

Lugar: Ciudad de México

### ANÁLISIS DE PRECIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis:

Unidad: ml

Suministro y tendido de tubo conduit PVC pesado 19 mm incluye conexiones, trazo, excavación y relleno

**Materiales**

ELE-2861	Tubo conduit PVC pesado 19 mm	ml	\$ 6.33	1.10000	\$ 6.96	35.97%
Subtotal: materiales					<u>\$ 6.96</u>	35.97%

**Mano de obra**

MO- 0009	Cuadrilla (1 electricista + 1 ayud. )	jr	\$ 247.87	0.0500	\$ 12.39	64.03%
Subtotal: mano de obra					<u>\$ 12.39</u>	64.03%
Costo directo					<u>\$ 19.35</u>	
INDIRECTOS					7.36%	\$ 1.42
SUBTOTAL					<u>\$ 20.77</u>	
FINANCIAMIENTO					1.61%	\$ 0.33
SUBTOTAL					<u>\$ 21.10</u>	
UTILIDAD					10%	\$ 2.11
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<u>\$ 23.21</u>	

(\* VEINTITRÉS PESOS 21/100 M.N.\*)

Empresa

Obra: Edificio Comercial

Lugar: Ciudad de México

### ANÁLISIS DE PRECIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

**Análisis:**

**Unidad: ml**

Suministro y tendido de tubo conduit PVC pesado 25 mm incluye conexiones, trazo, excavación y rellenos.

**Materiales**

ELE-2861	Tubo conduit PVC pesado 25 mm	ml	\$ 6.14	1.10000	\$ 6.75	53.15%
Subtotal: materiales					<u>\$ 6.75</u>	53.15%

**Mano de obra**

MO- 0009	Cuadrilla (1 electricista + 1 ayud. )	jr	\$ 247.80	0.02400	\$ 5.95	46.85%
Subtotal: mano de obra					<u>\$ 5.95</u>	46.85%
Costo directo					<u>\$ 12.70</u>	
INDIRECTOS					7.36%	\$ 0.93
SUBTOTAL					<u>\$ 13.63</u>	
FINANCIAMIENTO					1.61%	\$ 0.22
SUBTOTAL					<u>\$ 13.85</u>	
UTILIDAD					10%	\$ 1.39
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<u>\$ 15.24</u>	

(\* QUINCE PESOS 24/100 M.N. \*)

Empresa

Obra: Edificio Comercial

Lugar: Ciudad de México

### ANÁLISIS DE PRECIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

**Análisis:**

**Unidad: ml**

Salida alumbrado o contacto c/caja de PVC y tubo ligero incluye todo lo necesario paa el buen funcionamiento

#### Materiales

ELE-0311	Cable de cobre THW cal. 12	ml	\$ 1.59	8.70000	\$ 13.83	7.93%
ELE-0258	Cable semiduro desnudo THW cal 10	ml	\$ 1.71	5.18000	\$ 8.86	5.08%
ELE-0001	Apagador color marfil	pza	\$ 12.09	1.00000	\$ 12.09	6.93%
ELE-0004	Alambre galvanizado	kg	\$ 9.89	0.63000	\$ 6.23	3.57%
ELE-2861	Tubo conduit PVC pesado 19 mm	ml	\$ 6.33	0.75000	\$ 4.75	2.72%
ELE-2865	Tubo conduit PVC pesado 25 mm	ml	\$ 10.96	0.45000	\$ 4.93	2.83%
ELE-2828	Tubo conduit PVC pesado 13 mm	ml	\$ 2.90	3.60000	\$ 10.44	5.99%
ELE-0419	Caja cuadr. de PVC con tapa de 19mm	pza	\$ 11.50	1.00000	\$ 11.50	6.59%
ELE-0420	Caja cuadr. de PVC con tapa de 13mm	pza	\$ 11.40	1.00000	\$ 11.40	6.54%
ELE-0425	Chalupa de PVC	pza	\$ 4.40	1.00000	\$ 4.40	2.52%
ELE-2869	Tapap de aluminio de 3 unidades	pza	\$ 4.20	1.00000	\$ 4.20	2.41%
	Subtotal materiales				<u>\$ 92.63</u>	53.10%

#### Mano de obra

MO- 0009	Cuadrilla (1 electricista + 1 ayud. )	jr	\$ 274.80	0.33000	\$ 81.80	46.90%
	Subtotal: mano de obra				<u>\$ 81.80</u>	46.90%
	Costo directo				<u>\$ 174.43</u>	
	INDIRECTOS	7.36%			\$ 12.84	
	SUBTOTAL				<u>\$ 187.27</u>	
	FINANCIAMIENTO	1.61%			\$ 3.02	
	SUBTOTAL				<u>\$ 190.290</u>	
	UTILIDAD	10%			\$ 19.03	
	<b>PRECIO UNITARIO</b>				<u><b>\$ 209.32</b></u>	

(\* DOSCIENTOS NUEVE PESOS 32/100 M.N.\*)

Empresa

Obra: Edificio Comercial

Lugar: Ciudad de México

## ANÁLISIS DE PRECIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

**Análisis:**

**Unidad: ml**

Armado, colocación y conexión de luminaria fluorescente de sobreponer 2X83 W, incluye materiales, fijación, flete, almacen-obra, maniobras.

### Material

FIJ-0001	Ancla de balazo	pza	\$ 1.70	4.00000	\$ 6.80	2.81%
ELE-0305	Luminaria fluorescente 2x38 W	pza	\$ 234.60	1.00000	\$ 234.60	82.56%
Subtotal: materiales					<u>\$206.60</u>	85.37%

### Mano de obra

MO- 0009	Cuadrilla (1 electricista + 1 ayud. )	jr	\$ 274.80	0.14280	\$ 35.40	14.63%
Subtotal: mano de obra					<u>\$35.40</u>	14.63%
Costo directo					<u>\$ 242.00</u>	
INDIRECTOS					7.36%	\$ 17.81
SUBTOTAL					<u>\$ 259.81</u>	
FINANCIAMIENTO					1.61%	\$ 4.18
SUBTOTAL					<u>\$ 263.99</u>	
UTILIDAD					10%	\$ 26.40
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<u>\$ 290.39</u>	

(\* DOSCIENTOS NOVENTA PESOS 39/100 M.N.\*)

Empresa

Obra: Edificio Comercial

Lugar: Ciudad de México

### ANÁLISIS DE PRECIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

**Análisis:**

**Unidad: ml**

Suministro y colocación de tablero de control QO-8 Square'D o similar.

**Materiales**

ELE-3192	Tablero de control QO-8 Square'D	pza	\$207.36	1.00000	\$ 207.36	70.32%
FIJ-1502	Pijas cadminizadas	pza	\$ 0.30	6.00000	\$ 1.80	0.61%
FIJ-1900	Taquetes	pza	\$ 0.85	6.00000	\$ 5.10	1.73%
	Subtotal materiales				<u>\$ 214.26</u>	72.66%

**Mano de obra**

MO- 0009	Cuadrilla (1 electricista + 1 ayud. )	jr	\$ 268.71	0.29126	\$ 78.26	26.54%
	Subtotal: mano de obra				<u>\$78.26</u>	26.54%

**Equipo y herramienta**

%MO001	Herramienta menor	%MO	\$ 78.26	0.03000	\$ 2.35	0.80%
	Subtotal equipo y herramienta				<u>2.35</u>	0.80%
	Costo directo				<u>\$ 294.87</u>	
	INDIRECTOS	8.82%			\$ 26.01	
	SUBTOTAL				<u>\$ 320.88</u>	
	FINANCIAMIENTO	1.5%			\$ 4.81	
	SUBTOTAL				<u>\$ 325.69</u>	
	UTILIDAD	10%			\$ 32.57	
	<b>PRECIO UNITARIO</b>				<u>\$ 358.26</u>	

(\* TRESCIENTOS CINCUENTA Y OCHO PESOS 26/100 M.N.\*)

Empresa

Obra: Edificio Comercial

Lugar: Ciudad de México

## ANÁLISIS DE PRECIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

**Análisis:**

**Unidad: ml**

Suministro y colocación de tablero de control QO-424 Square'D o similar.

### Materiales

ELE-3242	Tablero tipo NQOD424M-100	pza	\$3588.14	1.00000	\$3588.14	96.29%
	Subtotal materiales				<u>\$ 3588.14</u>	96.29%

### Mano de obra

MO- 0009	Cuadrilla (1 electricista + 1 ayud. )	jr	\$ 268.71	0.50000	\$ 134.36	3.61%
	Subtotal: mano de obra				<u>\$ 134.36</u>	3.61%

### Equipo y herramienta

%MO001	Herramienta menor	%MO	\$ 134.36	0.03000	\$ 4.03	0.11%
	Subtotal equipo y herramienta				<u>\$ 4.03</u>	0.11%

Costo directo					<u>\$3726.53</u>	
INDIRECTOS	8.82%				\$ 328.68	
SUBTOTAL					<u>\$4055.21</u>	
FINANCIAMIENTO	1.5%				\$ 60.83	
SUBTOTAL					<u>\$4116.04</u>	
UTILIDAD	10%				\$ 411.60	
<b>PRECIO UNITARIO</b>					<u><b>\$4527.64</b></u>	

(\* CUATRO MIL QUINIENTOS VEINTISIETE PESOS 64/100 M.N.\*)

Empresa

Obra: Edificio Comercial

Lugar: Ciudad de México

### ANÁLISIS DE PRECIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

**Análisis:**

**Unidad: ml**

Charola de alumnio en plafon de 6" de ancho.

**Materiales**

ELE-0375	Charola de aluminio de 6" de ancho	ml	\$185.00	1.10000	\$ 203.50	94.44%
FIJ-1502	Pijas cadminizadas	pza	\$ 0.30	2.00000	\$ 0.60	0.28%
FIJ-1900	Taquetes	pza	\$ 0.85	2.00000	\$ 1.70	0.79%
	Subtotal materiales				<u>\$ 205.80</u>	95.51%

**Mano de obra**

MO- 0009	Cuadrilla (1 electricista + 1 ayud. )	jr	\$ 268.71	0.03500	\$ 9.40	4.36%
	Subtotal: mano de obra				<u>\$ 9.40</u>	4.36%

**Equipo y herramienta**

%MO001	Herramienta menor	%MO	\$ 9.40	0.30000	\$ 0.28	0.13%
	Subtotal equipo y herramienta				<u>\$ 0.28</u>	0.13%

Costo directo

\$ 215.48

INDIRECTOS

8.82%

\$ 19.01

SUBTOTAL

\$ 234.49

FINANCIAMIENTO

1.5%

\$ 3.52

SUBTOTAL

\$ 238.01

UTILIDAD

10%

\$ 23.80

**PRECIO UNITARIO**

\$ 261.81

(\* DOSCIENTOS SESENTA Y UN PESOS 81/100 M.N.\*)

# Capítulo 5

## LIBERACIÓN, INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

En este capítulo se tratarán los puntos que tienen que ver con la liberación, instalación y puesta en marcha del proyecto eléctrico, mismos que nos servirán para redondear nuestras conclusiones y resultados.

### **5.1 Liberación**

Una vez finalizado el diseño eléctrico se entregan los planos firmados por el contratista y el dueño con toda la información técnica requerida a la Unidad Verificadora (UV) para su revisión y aprobación. La UV es la instancia oficial designada por la SEMIP (SEMIP: Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal) que avala que los planos cumplan con la NOM vigente y con las especificaciones técnicas requeridas para las instalaciones eléctricas. Sin la firma y sello de la misma, el proyecto no podrá llevarse a cabo.

En caso de que la UV haga indicaciones que provoquen modificaciones, éstas serán



comunicadas al proyectista para su corrección a fin de que el proyecto se apegue a lo establecido por la NOM.

Después de verificado y aprobado el diseño, todos los planos llevarán el sello de la UV de aprobados para su instalación, con lo que se logra la liberación del mismo, y se procede a la tramitación de los permisos y licencias correspondientes, de tal manera que se pueda poner en marcha el proyecto.

## **5.2 Instalación y puesta en marcha**

En este apartado se verá la forma en que se planea y ejecuta la instalación del proyecto, de acuerdo al programa de la obra civil, así como los vistos buenos que emitirá la dirección de la obra en la medida en que se haga entrega de los trabajos de instalación.

### **5.2.1 Coordinación y planeación**

La coordinación y planeación para la ejecución de la obra, de acuerdo al programa de la misma, son esenciales ya que es la forma de organización con la que se llevará a buen término la realización de la misma, de tal modo que ésta no se atrase por motivo de interferencia entre los diferentes contratistas (civil, hidráulica, eléctrica, etc.), que intervengan en la misma.

#### *Coordinación*

El primer paso y muy importante es la realización de una junta entre el director de la obra, la supervisión contratistas para aclaración de dudas con respecto al proyecto total, en donde se analizan los puntos que se atacarán primero, así como, se indicarán los programas de obra civil, de tal manera que se vayan programando fechas de pruebas parciales. Para la instalación eléctrica, es importante hacer mención que siempre va después de la obra civil y antes de que entre el contratista de aire acondicionado.

La coordinación nos permitirá que el proyecto en su totalidad se realice de una manera eficiente sin que se interfieran los diferentes contratistas que toman parte en el

mismo, de tal forma que se puede definir en este momento, los diferentes aspectos que darán inicio a la planeación para la ejecución de la obra.

### *Planeación*

Una buena planeación es muy importante ya que nos evitará tener retraso en el proyecto eléctrico, lo que ocasionaría sanciones económicas e inclusive la cancelación del contrato, en caso de que el retraso rebase los límites que el programa de la obra permite.

Para una buena planeación es importante que el contratista realice un adecuado programa de obra en el que considere al personal capacitado con que se cuenta para ejecutar el trabajo, así como el suministro de materiales, y sobre todo tener personal altamente capacitado y con amplia experiencia dentro del área de supervisión por parte del mismo contratista para lograr un óptimo desempeño en el trabajo y en el manejo de los materiales.

### *Programa de obra*

Éste es un programa elaborado en base al programa de avance de la obra civil. Se estructura regularmente por semanas o mensual y se desglosa para cada instalación particular como son: tubería, cableado, tableros, contactos, alumbrado, sistema de tierras, etc. En la elaboración del programa de obra se considera:

Para el sistema de tierras:

- Hechura de cepas.
- colocación de registros.
- Derivaciones.
- Tendido de cables y conexiones.
- Cerrado de cepas.

Tiempos para cada uno de los puntos anteriores.

Para alumbrado:

- Canalización, colocación de tubería y cajas de registro.
- Colocación de tableros.
- Cableado.

- Instalación de luminarias.
- Tiempos para cada uno de los puntos anteriores.

Para contactos y alimentadores:

- Canalización, colocación de tubería y cajas de registro
- Cableado
- Conexión a tableros
- Tiempos para cada uno de los puntos anteriores.

Para instalaciones de alimentación a equipos especiales (aire acondicionado, sistema hidráulico y elevadores):

- Canalización, colocación de tubería y cajas de registro
- Cableado
- Conexión a tableros
- Tiempos para cada uno de los puntos anteriores.

Para la instalación de la subestación:

- Instalación de transformadores.
- Instalación y acoplamiento de tablero de distribución principal.
- Instalación y acoplamiento de tablero secundario.
- Instalación y acoplamiento de gabinete de alta tensión.
- Tiempos para los puntos anteriores.

Para la energización

- Solicitud de acometida ante la compañía suministradora
- Pago por derechos y entrega de solicitud.
- Supervisión por parte del personal de la Compañía suministradora.
- Fecha de energización

Es oportuno indicar que junto con el programa de la obra se hace también un programa de suministro de materiales para que la obra no sufra retrasos por falta del mismo.

o para evitar que en la misma no se tenga exceso de material, mismo que podría dañarse a pesar de contar con un espacio propio para almacenar dicho material.

En lo que respecta a equipos especiales como transformadores, tableros de distribución, centros de control de motores, se debe tener mucho cuidado con la requisición y fecha de entrega para evitar tener gente sin trabajo por hacer.

El programa de la obra también nos servirá para que el departamento de supervisión lleve un control del avance de la misma de acuerdo a lo programado y se puedan generar la hojas de estimación por los trabajos ejecutados para su revisión y cobro. Además, el programa de la obra considerará la fuerza de trabajo que se empleará a lo largo de la ejecución de la misma.

Las cuadrillas estarán básicamente formadas por un oficial y su ayudante y de acuerdo al trabajo específico a realizar, ésta se podrá formar con un número mayor de personas de acuerdo a las características del circuito o equipo por instalar. Las cuadrillas estarán a su vez controladas por un cabo que tiene a su cargo 20 personas y éste a su vez estará controlado por un maestro él que a su vez puede controlar 60 personas, todos bajo el mando y supervisión del ingeniero residente.

#### *Residencia y supervisión de obra*

En el trabajo de la instalación eléctrica debe existir una o varias personas responsables de la misma, que se denominan residentes, cuya función es la de estar al tanto de los trabajos extras, de los cobros, del avance, del suministro de materiales, de la ejecución de las instalaciones, etc, así como de mantener una buena relación de trabajo entre la dirección de la obra y la supervisión de la misma, con la compañía que él representa.

El propietario designará a un ingeniero perito en instalaciones eléctricas para que haga la supervisión de las instalaciones, es decir, verificar que la obra se está llevando a

cabo de acuerdo a lo pactado y especificado en el proyecto autorizado. Dentro de sus funciones están las revisar y firmar las hoja de estimaciones que servirán para el cobro respectivo por parte del contratista de instalaciones eléctricas.

En toda obra se lleva una bitácora que consiste en un registro de órdenes de trabajos extras no especificados en el contrato, de cambios de ramales o especificaciones para los equipos indicados en planos, así como de los atrasos en el programa de obra del contratista, cuando estos existan en la obra y se asientan en un libro cuyas características son: libro foliado, con pasta dura, con hojas de datos en original y copia.

### **5.3 Entrega de obra y puesta en marcha**

Generalmente la obra se va entregando por áreas y/o por pisos y al ir haciendo dicha entrega se va levantando un acta de entrega en la que se firma dándose el visto bueno por parte de la dirección de la obra.

A pesar de que se hace entrega por piso y por área, es necesario que se realice una prueba a máxima carga y ésta consiste en hacer que funcione todo el sistema eléctrico al mismo tiempo.

Al estar totalmente recibida la obra, se cancelará la fianza que garantiza la buena ejecución de la misma, y se podrá finiquitar el importe del contrato y de los trabajos adicionales o extras.

El dejar funcionando en su totalidad el sistema eléctrico, será un satisfactor para las compañías tanto diseñadora como constructora y será el reflejo de experiencias anteriores en las ramas de construcción y diseño.

Al hacer la entrega de la obra lo único que queda por hacer es un recuento de las experiencias vividas a lo largo del proyecto para ser consideradas y tomadas en cuenta para el siguiente trabajo.

# Capítulo 6

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

### 6.1. Resultados

Dado que el objetivo planteado en el presente trabajo fue el de desarrollar el proyecto del sistema eléctrico de un edificio comercial en sus etapas de generalidades, desarrollo técnico, planeación económica, liberación, instalación y puesta en marcha; los resultados obtenidos en cada una de estas etapas son los siguientes:

En lo que respecta a la etapa de generalidades, se habló acerca de las bases teóricas fundamentales del trabajo, dentro de éstas nos encontramos con situaciones en las que no fue necesario aplicar los conocimientos revisados, como es el caso del factor de potencia, ya que no es indispensable por el tipo de carga con la que se está trabajando.

La etapa más importante del trabajo fue el desarrollo técnico, en el que se llevó un marco teórico, aunado a un marco práctico, proporcionado por las diferentes tablas utilizadas, así como las ecuaciones que los manuales proponen para el cálculo de los diferentes conceptos tratados en dicho tema. En esta etapa por lo que respecta a iluminación y cálculo del sistema de fuerza, el edificio se encuentra con un eficiente y adecuado nivel de iluminación y calibre de conductores,

en cada uno de los pisos, puesto que se diseño de acuerdo a las necesidades específicas de cada área y considerando los equipos que mejor se apegan a las características del sistema.

Para la parte de corto circuito tuvimos el apoyo de un programa de cómputo que nos permite garantizar que este cálculo en el sistema eléctrico nos facilitará prever que en caso de que se presente un corto circuito, los sistemas de protección operen adecuadamente para que de este modo impidan que se provoque algún daño en el sistema, además de ser necesario para un buen cálculo en el sistema de tierras. Podemos decir sin temor a equivocarnos que en base a lo anterior y teniendo en cuenta que el sistema de pararrayos y la planta de emergencia son los adecuados, la seguridad del sistema eléctrico del edificio, en cuanto a la instalación, como a la seguridad de la gente que trabaje y utilice equipo eléctrico, es confiable.

Es importante resaltar que el proyecto se realizó no sólo apegado a la NOM vigente, sino a otras normas de carácter internacional, además de utilizar información de diferentes empresas y corporaciones que están ligadas con el campo eléctrico.

Para la etapa de planeación económica, se consideran las necesidades y características del proyecto, así como las exigencias del dueño, con los que se procedió a elaborar un costo del mismo, del que se entrega un resultado aproximado, ya que por cuestiones de política de la empresa, no se nos permitió que presentáramos ni el costo real, ni los planos completos de lo que a cuestiones eléctricas se refiere, pero se solicitó la autorización para incluir algunos, los que consideramos los más adecuados.

Por otra parte, al ir entregando cada uno de los niveles fueron apareciendo detalles que hubo que corregir como son: chalupas chuecas, balastros que zumbaban, lámparas que no respondieron al encendido, contactos y apagadores que no funcionaban adecuadamente, etc.; pero esto no es imputable al proyecto.

## **6.2 Conclusiones**

El presente trabajo fue realizado en equipo de forma satisfactoria, relacionando la experiencia en el campo laboral con los conocimientos adquiridos en la Facultad, como objetivo primordial que se busca con el trabajo, para poder utilizarlo así en posibles consultas de gentes que se inicien en esta rama de la ingeniería.

Es importante resaltar que aunque el trabajo contiene la mayoría de los aspectos relacionados en el desarrollo de un proyecto eléctrico, sólo se sientan las bases para dar una información parcialmente completa, ya que cada proyecto posee características diferentes.

Cabe también hacer mención, a la importancia de los programas de cómputo relacionados con la Ingeniería Eléctrica, cuya aplicación permite la realización de cálculos más eficientes, por lo que consideramos oportuno sugerir, que se den a conocer su aplicación en el desarrollo de la carrera, para dar al futuro profesionista una formación más apegada al campo laboral.

Es necesario indicar que se debe tener mucho cuidado cuando se procede a la instalación de una obra eléctrica, puesto que es en este punto, en donde se evalúa al proyectista y contratista, ya que se pueden cometer errores por parte del personal humano contratado, como son: el colocar cable de un calibre menor al calculado por parte de las cuadrillas, lo que puede ocasionar a la larga que el sistema tenga fallas; que no se tenga el cuidado necesario al introducir el cable dentro del tubo y/o cajas y se rasgue o corte el recubrimiento, lo que ocasionaría también problemas a la instalación. Lo anterior se resuelve con la presencia de un buen ingeniero residente, encargado de la vigilancia y supervisión de la obra.



## BIBLIOGRAFÍA

AMERIC, A.C. Metodología general del análisis de costos en las instalaciones electromecánicas, México, 1980.

ANSI/IEEE Std, IEEE Guide for Safety in a. c. substation grounding, E. U. A., 1986.

Coordinación de Ingeniería de Proyectos, Manual de procedimientos técnicos, PEMEX, México, 1995.

Espinoza y Lara, Roberto. Sistemas eléctricos de distribución, Facultad de Ingeniería UNAM, México, 1990.

Castelfranchi, Giuseppe. Instalaciones eléctricas, De. Gustavo Gili S. A., Barcelona, 1976.

Harper Enríquez, Gilberto. Fundamentos de instalaciones eléctricas de mediana y alta tensión, Ed. Limusa, México, 1990.

Harper Enríquez, Gilberto. El ABC del alumbrado y las instalaciones eléctricas en baja tensión, Ed. Limusa, México, 1990.

Iluminación para la industria S. A. de C. V. Métodos de cálculo de iluminación, México, 1989.

Lorenzo Bautista, Rodolfo. Sistemas de tierras, CIME, México, 1991.

NEMA, I.C.S. National Electrical Manufacturers Association, Nueva York, 1985.

SEMIP. Norma Oficial Mexicana (NOM-001-SEMP-1994), IPN, México, 1994.

Sociedad Mexicana de Ingeniería de Iluminación. Curso básico de iluminación, Illuminating Engineering Society, E. U. A., 1990.

Viqueira Landa, Jacinto. Redes Eléctricas II, Editorial de Representaciones y Servicios de Ingeniería, S. A., México, 1975.

Programas de cómputo:

NEODATA 9.0, NEODATA S.A. DE C.V., México, 1999.

EDSA for N.T. 4.0, Windows 95 versión 2.9, EDSA- Micro Corporation Copyright 1983-1997.

INTERNET:

[www.conae.gob.mx](http://www.conae.gob.mx)

# **APÉNDICE - A**

## **Lista de materiales y costo**

**Alumbrado y contactos de estacionamiento sótano 1, 2, 3, 4 y mezzanine**

Descripción	Unid.	Cant.	Costo	total
Tubo conduit P.D.G. de 13 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo*	676	\$17.94	\$36,382.00
Tubo conduit P.D.G. de 19 mm c/c marca catusa u Omega	tramo	213	\$20.90	\$13,355.00
Tubo conduit P.D.G. de 25 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	9	\$26.96	\$726.30
Conector P.D.G. de 13 mm marca Catusa u Omega	pieza	406	\$1.90	\$771.00
Conector P.D.G. de 19 mm marca Catusa u Omega	pieza	131	\$2.01	\$263.00
Conector P.D.G. de 25 mm marca Catusa u Omega	pieza	12	\$3.05	\$36.00
Conector hall para cable de uso rudo 3x12 AWG	pieza	357	\$1.70	\$606.00
Caja registro cuadrada galvanizada de 13 mm marca Raco o Stell	pieza	189	\$1.55	\$293.00
Caja registro cuadrada galvanizada de 19 mm marca Raco o Stell	pieza	73	\$2.53	\$185.00
Caja registro cuadrada galvanizada de 25 mm marca Raco o Stell	pieza	10	\$3.70	\$37.00
Caja registro conduit serie rectangular tipo fs de 13 mm cat. fs-1 con tapa y	pieza	32	\$87.00	\$2,784.00
Tapa galvanizada de 13 mm marca Raco o Stell	pieza	189	\$3.20	\$604.00
Tapa galvanizada de 19 mm marca Raco o Stell	pieza	73	\$4.60	\$335.00
Tapa galvanizada de 25 mm marca Raco o Stell	pieza	10	\$5.70	\$57.00
Cable de cobre tipo THW calibre 10 AWG marca CONDUMEX	metro	2650	\$6.72	\$17,804.00
Cable de cobre tipo THW calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	3970	\$4.95	\$19,651.00
Cable de cobre desnudo calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	2930	\$4.95	\$14,503.00
Cable de cobre uso rudo 3x12 AWG marca CONDUMEX	metro	315	\$6.75	\$2,126.00
Receptáculo duplex polarizado blanco 125V, A cat. 5250-B marca Arron Hart	pieza	32	\$65.00	\$2,080.00
Receptáculo colgante nylon lexon cat 6669 marca Arron Hart	pieza	203	\$57.30	\$11,631.00
Clavija nylon lexon para receptáculo colgante cat. 6696 marco Arron Hart	pieza	203	\$15.60	\$3,166.00
Placa para contacto duplex a prueba de intemperie cat. DS-70G marca C.H.	pieza	32	\$15.60	\$499.00
Materiales varios para soportería	lote	1	\$8,760.00	\$8,760.00
Materiales varios para conexión	lote	1	\$7,500.00	\$7,500.00
			total	\$144,154.30

Nota: \* el tramo tienen una longitud de 3 m y como el costo es por metro, éste se multiplica por 3

**Alumbrado de servicios sótano 1, 2, 3, 4 y mezzanine**

Descripción	Unid.	Cant.	Costo	total
Tubo conduit P.D.G. de 13 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	190	\$17.94	\$10,225.00
Tubo conduit P.D.G. de 19 mm c/c marca catusa u Omega	tramo	7	\$20.90	\$439.00
Tubo flexible de 13 mm marca Tubos Flexibles Mexicanos	metro	45	\$9.95	\$448.00
Conector P.D.G. de 13 mm marca Catusa u Omega	pieza	225	\$7.60	\$1,710.00
Conector P.D.G. de 19 mm marca Catusa u Omega	pieza	10	\$6.70	\$67.00
Conector recto para tubo flexible de 13 mm marca Tubos Flexibles Mexicanos	pieza	102	\$3.60	\$367.00
Caja registro cuadrada galvanizada de 13 mm marca Raco o Stell	pieza	107	\$11.55	\$1,236.00
Caja registro cuadrada galvanizada de 19 mm marca Raco o Stell	pieza	6	\$12.53	\$75.00
Caja chalupa	pieza	5	\$23.20	\$116.00
Tapa galvanizada de 13 mm marca Raco o Stell	pieza	107	\$1.70	\$182.00
Tapa galvanizada de 19 mm marca Raco o Stell	pieza	6	\$1.95	\$12.00
Cable de cobre tipo THW calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	1370	\$4.95	\$6,781.00
Cable de cobre desnudo calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	655	\$3.70	\$2,423.00
Apagador sencillo un polo línea Luxurycat. LU-101 marca Arron Hart	pieza	10	\$27.70	\$277.00
Placa dos unidades línea Luxury cat. LU-106 marca Arron Hart	pieza	5	\$7.70	\$39.00
Materiales varios para soporteria	lote	1	\$8.76	\$8,760.00
Materiales varios para conexión	lote	1	\$7.50	\$7,500.00
Tubo conduit P.G.G. de 13 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	108	\$17.94	\$5,812.00
Tubo conduit P.D.G. de 13 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	531	\$17.94	\$28,578.00
Tubo conduit P.D.G. de 19 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	103	\$20.90	\$6,458.00
Tubo PVC uso pesado de 13 mm	tramo	42	\$6.70	\$844.00
Tubo flexible de 13 mm marca Tubos Flexibles Mexicanos	metro	475	\$9.95	\$14,179.00
Conector P.D.G. de 13 mm marca Catusa u Omega	pieza	950	\$3.60	\$3,420.00
Conector P.D.G. de 19 mm marca Catusa u Omega	pieza	76	\$6.70	\$510.00
Conector recto para tubo flexible de 13 mm	pieza	1187	\$4.70	\$5,579.00
Conector PVC 13 mm	pieza	56	\$3.60	\$201.00
Contra y monitor de 13 mm marca Catusa u Omega	juegos	132	\$2.80	\$369.00
Caja registro cuadrada galvanizada de 13 mm marca Raco o Stell	pieza	518	\$1.55	\$802.00
Caja registro cuadrada galvanizada de 19 mm marca Raco o Stell	pieza	40	\$2.53	\$101.00
Caja registro conduit serie ovalada tipo L de 13 mm cat. L-17 con tapa y	pieza	26	\$87.00	\$2,262.00

**Alumbrado de servicios sótano 1, 2, 3, 4 y mezzanine**

Descripción	Unid.	Cant.	Costo	total
Caja registro conduit serie redonda tipo E de 13 mm cat. SEHC-1 marca C.H.	pieza	24	\$26.00	\$624.00
Tapa galvanizada de 13 mm marca Raco o Stell	pieza	518	\$23.00	\$11,914.00
Tapa galvanizada de 19 mm marca Raco o Stell	pieza	40	\$29.00	\$1,160.00
Tapa serie redonda cat SEH-54 con empaque de neopreno cat GASK-202-N	pieza	24	\$29.60	\$710.00
Cable de cobre tipo THW calibre 10 AWG marca CONDUMEX	metro	350	\$6.72	\$2,352.00
Cable de cobre tipo THW calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	7000	\$4.95	\$34,650.00
Cable de cobre desnudo calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	2900	\$3.70	\$10,730.00
Apagador de un polo línea Luxury cat LU-101 marca Arron Hart	pieza	26	\$27.70	\$720.00
Placa de dos unidades línea Luxury cat LU-106 marca Arron Hart	pieza	26	\$7.70	\$200.00
Caja registro conduit serie redonda tipo E cat SEHC-1 marca C.H.Domex	pieza	44	\$26.00	\$1,144.00
Caja registro conduit serie redonda tipo CHC cat CH-1 marca C.H.Domex	pieza	20	\$28.00	\$560.00
Materiales varios para soportería	lote	1	\$8,760.00	\$8,760.00
Materiales varios para conexión	lote	1	\$7,500.00	\$7,500.00
			total	\$190,796.00

**Contactos planta baja, mezzanine, niveles 1, 2, 3, 4 y 5**

Descripción	Unid.	Cant.	Costo	total
Tubo conduit P.D.G. de 13 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	230	\$17.94	\$12,378.00
Tubo conduit P.D.G. de 19 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	125	\$20.90	\$7,837.00
Tubo conduit P.D.G. de 25 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	8	\$26.96	\$647.00
Curva de 90° P.D.G. de 25 mm C-2C marca Catusa u Omega	pieza	5	\$37.00	\$185.00
Conector P.D.G. de 13 mm marca Catusa u Omega	pieza	180	\$3.60	\$640.00
Conector P.D.G. de 19 mm marca Catusa u Omega	pieza	50	\$4.70	\$235.00
Conector P.D.G. de 25 mm marca Catusa u Omega	pieza	5	\$6.70	\$34.00
Caja registro galvanizada de 13 mm marca Raco o S. I.	pieza	26	\$1.55	\$40.00
Caja registro galvanizada de 19 mm marca Raco o S. I.	pieza	97	\$2.53	\$245.00
Caja registro cuadrada galvanizada de 25 mm marca Raco o S. I.	pieza	2	\$5.72	\$12.00
Tapa galvanizada de 19 mm marca Raco o Stell	pieza	97	\$3.70	\$359.00
Tapa galvanizada de 25 mm marca Raco o Stell	pieza	2	\$4.70	\$10.00
Tapa galvanizada de 13 mm marca Raco o Stell	pieza	26	\$2.70	\$70.00

**Contactos planta baja, mezzanine, niveles 1, 2, 3, 4 y 5**

Descripción	Unid.	Cant.	Costo	total
Cable de cobre tipo THW calibre 10 AWG marca CONDUMEX	metro	1750	\$6.72	\$11,760.00
Cable de cobre tipo THW calibre 8 AWG marca CONDUMEX	metro	1400	\$10.44	\$14,614.00
Cable de cobre desnudo calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	1200	\$3.70	\$4,440.00
Tapón ciego piloto línea Magic cat 5000 marca B-Tiño	pieza	29	\$5.80	\$168.00
Toma corriente con tierra 15 A 127V línea Magic cat. 5028 marca B-Tiño	pieza	34	\$35.00	\$1,190.00
Placa en urea color marfil un módulo línea Magic cat. 1151 n con chasis marca	juego	29	\$15.00	\$435.00
Placa en urea color marfil dos módulos línea Magic cat. 1251 n con chasis	juego	17	\$13.70	\$234.00
Contacto en piso constituido por caja cat. B-2436 placa metálica cat. S-3835	juego	3	\$175.00	\$525.00
Materiales varios para soportería	lote	1	\$8,760.00	\$8,760.00
Materiales varios para conexión	lote	1	\$7,500.00	\$7,500.00
			total	\$72,318.00

**Alumbrado exterior**

Descripción	Unid.	Cant.	Costo	total
Tubo conduit P.D.G. de 19 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	11	\$20.90	\$689.00
Tubo PVC tipo pesado de 19 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	170	\$18.40	\$9,384.00
Tubo PVC tipo pesado de 25 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	29	\$23.15	\$2,014.00
Tubo PVC tipo pesado de 13 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	7	\$15.10	\$105.00
Conector P.D.G. de 19 mm marca Catusa u Omega	pieza	10	\$18.60	\$186.00
Conector de glándula de 13 mm	pieza	4	\$3.40	\$14.00
Conector de glándula de 19 mm	pieza	146	\$7.20	\$1,051.00
Conector de glándula de 25 mm	pieza	8	\$8.50	\$68.00
Curva PVC tipo pesado de 25 mm c/c marca Catusa u Omega	pieza	8	\$23.45	\$187.00
Caja registro cuadrada galvanizada de 19 mm marca Raco o S. I.	pieza	6	\$2.53	\$15.00
Caja registro cuadrada PVC de 25 mm marca Famsa	pieza	2	\$4.85	\$10.00
Caja registro serie redonda tipo SEHC 19 mm cat. CEHC-2 marca C.H. Domex	pieza	34	\$26.00	\$884.00
Caja registro serie ovalada tipo T de 19 mm cat. T-27 con tapa y empaque	pieza	33	\$76.00	\$2,508.00
Caja registro conductet serie ovalada tipo X de 19 mm cat X-27 con tapa y	pieza	12	\$140.00	\$1,680.00
Tapa PVC tipo pesado de 25 mm marca Raco o Stell	pieza	8	\$73.00	\$584.00
Tapa galvanizada de 19 mm marca Raco o Stell	pieza	6	\$3.60	\$22.00
Tapa serie redonda cat. SEH-84 con empaque de neopreno cat. GASK-202-n	pieza	34	\$27.60	\$938.00

### Alumbrado exterior

Descripción	Unid.	Cant.	Costo	total
Cable de cobre tipo THW calibre 10 AWG marca CONDUMEX	metro	1270	\$6.72	\$8,534.00
Cable de cobre tipo THW calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	2400	\$4.95	\$11,880.00
Cable de cobre desnudo calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	660	\$3.75	\$2,475.00
Cable de uso rudo de 3x12 AWG marca CONDUMEX	metro	35	\$3.20	\$112.00
Fotocontrol y receptáculo modelo F-12 marca Bekolite	pieza	7	\$78.30	\$550.00
Contacto magnético en caja de usos generales tipo 1 de 2 polos-30amperes cat.	pieza	7	\$270.00	\$1,890.00
Materiales varios para soporteria	lote	1	\$8,760.00	\$8,760.00
Materiales varios para conexión	lote	1	\$7,500.00	\$7,500.00
			total	\$62,040.00

### Alumbrado y contactos cocina

Descripción	Unid.	Cant.	Costo	total
Tubo conduit P.D.G. de 13 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	36	\$17.94	\$1,937.00
Conector P.D.G. de 13 mm marca Catusa u Omega	pieza	40	\$7.60	\$304.00
Caja registro cuadrada galvanizada de 13 mm marca Raco o Stell	pieza	15	\$1.55	\$24.00
Caja registro condulet serie rectangular tipo FS de 13 mm cat. FS-1 con tapa y	pieza	6	\$87.00	\$522.00
Tapa galvanizada de 13 mm marca Raco o Stell	pieza	15	\$4.20	\$63.00
Cable de cobre tipo THW calibre 10 AWG marca CONDUMEX	metro	75	\$6.72	\$504.00
Cable de cobre tipo THW calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	165	\$4.95	\$816.00
Cable de cobre desnudo calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	150	\$3.70	\$555.00
Apagador 1 polo línea Luxury cat. LU-101 marca Arron Hart	pieza	2	\$27.70	\$55.00
Receptáculo duplex polarizado blanco 125V, 15A M-5250-B marca Arron Hart	pieza	5	\$87.00	\$435.00
Placa para contacto duplex de intemperie cat. DS-70G marca C.H. Domex	pieza	5	\$8.30	\$42.00
Placa dos unidades línea Luxury cat. LU-106 marca Arron Hart	pieza	1	\$17.30	\$17.00
Materiales varios para soporteria	lote	1	\$8,760.00	\$8,760.00
Materiales varios para conexión	lote	1	\$7,500.00	\$7,500.00
			total	\$21,534.00



**Válvulas de volumen variable planta baja, mezzanine y niveles 1, 2, 3, 4 y 5**

Descripción	Unid.	Cant.	Costo	total
Tubo conduit P.D.G. de 13 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	510	\$17.94	\$27,448.00
Conector P.D.G. de 13 mm marca Catusa u Omega	pieza	650	\$1.90	\$1,235.00
Tubo flexible de 13 mm marca Tubos Flexibles Mexicanos	metro	125	\$9.95	\$1,243.00
Conector recto para tubo flexible de 13 mm marca Tubos Flexibles Mexicanos	pieza	102	\$3.70	\$3,774.00
Caja chalupa galvanizada marca Raco o Stell	pieza	125	\$23.30	\$2,912.00
Caja registro cuadrada galvanizada de 13 mm marca Raco o Stell	pieza	135	\$11.55	\$1,559.00
Caja registro cuadrada galvanizada de 19 mm marca Raco o Stell	pieza	2	\$12.53	\$25.00
Tapa galvanizada de 13 mm marca Raco o Stell	pieza	135	\$3.20	\$432.00
Tapa galvanizada de 19 mm marca Raco o Stell	pieza	2	\$3.80	\$8.00
Cable de cobre tipo THW calibre 14 AWG marca CONDUMEX	metro	3400	\$3.60	\$12,240.00
Cable de cobre desnudo calibre 14 AWG marca CONDUMEX	metro	1700	\$2.70	\$14,790.00
Materiales varios para soporteria	lote	1	\$8,760.00	\$8,760.00
Materiales varios para conexión	lote	1	\$7,500.00	\$7,500.00
		total		\$81,926.00

**Alimentación a equipos, tableros, alumbrado y control de elevador**

Descripción	Unid.	Cant.	Costo	total
Tubo conduit P.G.G. de 19 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	15	\$20.90	\$313.00
Tubo conduit P.G.G. de 25 mm c/c marca Catusa u Omega	metro	22	\$26.96	\$593.00
Tubo conduit P.G.G. de 38 mm c/c marca Catusa u Omega	metro	70	\$40.58	\$2,840.00
Tubo conduit P.G.G. de 51 mm c/c marca Catusa u Omega	metro	32	\$54.55	\$1,745.00
Tubo conduit P.D.G. de 13 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	24	\$17.94	\$430.00
Conector P.D.G. de 13 mm marca Catusa u Omega	pieza	32	\$3.80	\$121.00
Monitor y contra de 19 mm marca Catusa u Omega	juegos	4	\$4.70	\$19.00
Monitor y contra de 25 mm marca Catusa u Omega	juegos	14	\$5.70	\$80.00
Monitor y contra de 38 mm marca Catusa u Omega	juegos	30	\$6.80	\$204.00
Monitor y contra de 51 mm marca Catusa u Omega	juegos	16	\$7.90	\$126.00
Caja registro cuadrada galvanizada 13 mm marca Raco o Stell	pieza	9	\$11.55	\$104.00
Caja registro conduit serie rectangular tipo FS 13 mm cat. FS-1 con tapa y	pieza	5	\$87.00	\$435.00
Caja registro conduit serie ovalada tipo L de 19 mm cat. L-27 con tapa y	juego	2	\$103.00	\$206.00

**Alimentación a equipos, tableros, alumbrado y control de elevador**

<b>Descripción</b>	<b>Unid.</b>	<b>Cant.</b>	<b>Costo</b>	<b>total</b>
Caja registro conduit serie ovalada tipo L de 25 mm cat. L-37 con tapa y	juego	3	\$156.00	\$468.00
Caja registro conduit serie ovalada tipo L de 38 mm cat. L-57 con tapa y	juego	12	\$302.00	\$3,624.00
Caja registro conduit serie ovalada tipo L de 51 mm cat. L-67 con tapa y	juego	6	\$446.00	\$2,676.00
Caja registro conduit serie ovalada tipo T de 25 mm cat. T-37 con tapa y	juego	1	\$236.00	\$236.00
Reducción bushing tipo RE de 25 mm a 19 mm cat. RE-32 marca C.H. Domex	pieza	3	\$23.00	\$69.00
Cable de cobre tipo THW calibre 10 AWG marca CONDUMEX	metro	730	\$6.72	\$4,905.00
Cable de cobre tipo THW calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	130	\$4.95	\$643.00
Cable de cobre tipo THW calibre 8 AWG marca CONDUMEX	metro	650	\$10.44	\$2,610.00
Cable de cobre tipo THW calibre 2 AWG marca CONDUMEX	metro	1250	\$31.36	\$39,200.00
Cable de cobre desnudo calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	200	\$3.70	\$740.00
Cable de cobre desnudo calibre 8 AWG marca CONDUMEX	metro	350	\$8.60	\$3,010.00
Apagador un polo línea Luxury cat LU-101 marca Arron Hart	pieza	3	\$27.70	\$83.00
Receptáculo duplex polarizado blanco 125V, 15A cat. M-5250-B marca Arron	pieza	3	\$57.30	\$171.00
Placa para contacto duplex a prueba de intemperie cat. DS-70G marca C.H.	pieza	3	\$23.70	\$71.00
Placa de una unidad Luxury cat. LU-106 marca Arron Hart	pieza	3	\$17.30	\$52.00
Materiales varios para soportería	lote	1	\$8,760.00	\$8,760.00
Materiales varios para conexiones	lote	1	\$7,500.00	\$7,500.00
			total	\$82,034.00

**Alimentación a tableros, alumbrado servicios emergencia y normal**

<b>Descripción</b>	<b>Unid.</b>	<b>Cant.</b>	<b>Costo</b>	<b>total</b>
Tubo conduit P.G.G. de 51 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	94	\$54.55	\$15,383.00
Tubo conduit P.G.G. de 38 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	46	\$40.58	\$5,600.00
Tubo conduit P.G.G. de 32 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	28	\$32.70	\$2,746.00
Tubo conduit P.G.G. de 25 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	22	\$26.96	\$1,779.00
Tubo conduit P.G.G. de 19 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	24	\$20.90	\$1,504.00
Tubo conduit P.G.G. de 13 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	10	\$17.94	\$538.00
Tubo conduit P.D.G. de 32 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	32	\$32.70	\$3,139.00
Tubo conduit P.D.G. de 19 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	182	\$20.90	\$11,411.00
Tubo conduit P.G.G. de 13 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	8	\$17.94	\$430.00

**Alimentación a tableros, alumbrado servicios emergencia y normal**

Descripción	Unid.	Cant.	Costo	total
Conector P.D.G. de 13 mm marca Catusa u Omega	pieza	28	\$1.90	\$53.00
Conector P.D.G. de 19 mm marca Catusa u Omega	pieza	36	\$3.70	\$133.00
Conector P.D.G. de 32 mm marca Catusa u Omega	pieza	24	\$4.70	\$112.00
Monitor y contra de 51 mm marca Catusa u Omega	juegos	25	\$12.20	\$305.00
Monitor y contra de 38 mm marca Catusa u Omega	juegos	18	\$7.90	\$142.00
Monitor y contra de 32 mm marca Catusa u Omega	juegos	28	\$6.80	\$190.00
Monitor y contra de 25 mm marca Catusa u Omega	juegos	18	\$5.70	\$102.00
Monitor y contra de 19 mm marca Catusa u Omega	juegos	60	\$4.70	\$282.00
Monitor y contra de 13 mm marca Catusa u Omega	juegos	18	\$3.80	\$68.00
Caja registro cuadrada galvanizada 19 mm marca Raco o Stell	pieza	3	\$22.53	\$68.00
Caja registro condulet serie ovalada tipo L de 51 mm cat. L-67 con tapa y	pieza	8	\$446.00	\$3,568.00
Caja registro condulet serie ovalada tipo L de 32 mm cat. L-47 con tapa y	juego	5	\$232.00	\$1,160.00
Caja registro condulet serie ovalada tipo L de 19 mm cat. L-27 con tapa y	juego	24	\$103.00	\$2,472.00
Caja registro condulet serie ovalada tipo L de 13 mm cat. L-17 con tapa y	juego	10	\$75.00	\$750.00
Caja registro condulet serie ovalada tipo T de 51 mm cat. T-67 con tapa y	juego	6	\$446.00	\$2,676.00
Caja registro condulet serie ovalada tipo T de 38 mm cat. T-57 con tapa y	juego	9	\$268.00	\$2,412.00
Caja registro condulet serie ovalada tipo T de 25 mm cat. T-37 con tapa y	juego	3	\$236.00	\$708.00
Caja registro condulet serie ovalada tipo T de 19 mm cat. T-27 con tapa y	juego	3	\$127.00	\$381.00
Tapa galvanizada de 19 mm marca Famsa	pieza	3	\$45.00	\$135.00
Ducto cuadrado embisagrado de 10x10 cat. LD-45 con conector cat LD4C	tramo	34	\$125.00	\$4,250.00
Placa sierra de 10x10 cm cat. LC-4CP marca Squar'D	pieza	68	\$38.00	\$2,584.00
Cable de cobre tipo THW calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	1850	\$4.95	\$9,157.00
Cable de cobre tipo THW calibre 10 AWG marca CONDUMEX	metro	2730	\$6.72	\$18,345.00
Cable de cobre tipo THW calibre 8 AWG marca CONDUMEX	metro	420	\$10.44	\$4,384.00
Cable de cobre tipo THW calibre 6 AWG marca CONDUMEX	metro	1100	\$14.14	\$15,554.00
Cable de cobre tipo THW calibre 4 AWG marca CONDUMEX	metro	800	\$20.57	\$16,456.00
Cable de cobre tipo THW calibre 2 AWG marca CONDUMEX	metro	370	\$31.36	\$11,603.00
Cable de cobre tipo THW calibre 1/0 AWG marca CONDUMEX	metro	200	\$46.34	\$9,268.00
Cable de cobre tipo THW calibre 2/0 AWG marca CONDUMEX	metro	90	\$56.91	\$5,121.00
Cable de cobre desnudo calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	670	\$3.70	\$2,479.00

**Alimentación a tableros, alumbrado servicios emergencia y normal**

Descripción	Unid.	Cant.	Costo	total
Cable de cobre desnudo calibre 10 AWG marca CONDUMEX	metro	400	\$2.70	\$1,080.00
Cable de cobre desnudo calibre 8 AWG marca CONDUMEX	metro	290	\$7.60	\$2,204.00
Cable de cobre desnudo calibre 6 AWG marca CONDUMEX	metro	70	\$14.14	\$989.00
Materiales varios para soportería	lote	1	\$8,760.00	\$8,760.00
Materiales varios para conexiones	lote	1	\$7,500.00	\$7,500.00
			total	\$177,981.00

**Alimentación a equipos de aire acondicionado**

Descripción	Unid.	Cant.	Costo	total
Tubo conduit P.G.G. de 13 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	70	\$17.94	\$3,767.00
Tubo conduit P.G.G. de 19 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	100	\$20.90	\$6,270.00
Tubo conduit P.G.G. de 25 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	38	\$26.96	\$3,073.00
Tubo conduit P.G.G. de 32 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	80	\$32.00	\$7,680.00
Tubo conduit P.G.G. de 38 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	52	\$40.58	\$6,312.00
Tubo conduit P.G.G. de 51 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	40	\$54.55	\$6,546.00
Tubo conduit P.D.G. de 76 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	87	\$111.92	\$29,211.00
Monitor y contra de 13 mm marca Catusa u Omega	juegos	52	\$3.80	\$198.00
Monitor y contra de 19 mm marca Catusa u Omega	juegos	45	\$4.70	\$211.00
Monitor y contra de 25 mm marca Catusa u Omega	juegos	36	\$5.70	\$205.00
Monitor y contra de 32 mm marca Catusa u Omega	juegos	35	\$6.80	\$238.00
Monitor y contra de 38 mm marca Catusa u Omega	juegos	30	\$7.90	\$237.00
Monitor y contra de 51 mm marca Catusa u Omega	juegos	8	\$12.20	\$98.00
Monitor y contra de 76 mm marca Catusa u Omega	juegos	18	\$26.00	\$468.00
Tubo flexible de 13 mm marca Tubos Flexibles Mexicanos	metro	14	\$9.95	\$139.00
Tubo flexible de 19 mm marca Tubos Flexibles Mexicanos	metro	16	\$12.47	\$199.00
Tubo flexible de 25 mm marca Tubos Flexibles Mexicanos	metro	8	\$19.59	\$156.00
Tubo flexible de 76 mm marca Tubos Flexibles Mexicanos	metro	4	\$117.16	\$468.00
Conector recto para tubo flexible Liqueite de 13 mm marca Tubos Flexibles	metro	28	\$7.15	\$200.00
Conector recto para tubo flexible Liqueite de 19 mm marca Tubos Flexibles	metro	32	\$8.60	\$275.00
Conector recto para tubo flexible Liqueite de 25 mm marca Tubos Flexibles	metro	16	\$9.70	\$155.00

**Alimentación a equipos de aire acondicionado**

Descripción	Unid.	Cant.	Costo	total
Conector recto para tubo flexible Liquatite de 76 mm marca Tubos Flexibles	metro	10	\$29.30	\$293.00
Caja registro condulet serie ovalada tipo L de 13 mm cat. L-17 con tapa y	pieza	12	\$75.00	\$900.00
Caja registro condulet serie ovalada tipo L de 19 mm cat. L-27 con tapa y	juego	36	\$103.00	\$3,708.00
Caja registro condulet serie ovalada tipo L de 25 mm cat. L-37 con tapa y	juego	19	\$236.00	\$4,484.00
Caja registro condulet serie ovalada tipo L de 32 mm cat. L-47 con tapa y	juego	28	\$232.00	\$6,496.00
Caja registro condulet serie ovalada tipo L de 38 mm cat. L-57 con tapa y	juego	10	\$268.00	\$2,680.00
Caja registro condulet serie ovalada tipo L de 51 mm cat. L-67 con tapa y	juego	12	\$446.00	\$5,352.00
Caja registro condulet serie ovalada tipo LL de 76 mm cat. LL-87 con tapa y	juego	27	\$77.00	\$2,079.00
Caja registro condulet serie ovalada tipo LR de 76 mm cat. LR-87 con tapa y	juego	27	\$68.00	\$1,836.00
Caja registro condulet serie ovalada tipo T de 13 mm cat. T-17 con tapa y	juego	1	\$45.00	\$45.00
Caja registro condulet serie ovalada tipo T de 19 mm cat. T-27 con tapa y	juego	7	\$78.00	\$546.00
Caja registro condulet serie ovalada tipo T de 25 mm cat. T-37 con tapa y	juego	9	\$94.00	\$896.00
Caja registro condulet serie ovalada tipo T de 32 mm cat. T-47 con tapa y	juego	3	\$100.00	\$300.00
Caja registro condulet serie ovalada tipo C de 13 mm cat. C-17 con tapa y	juego	1	\$140.00	\$140.00
Caja registro condulet serie ovalada tipo C de 19 mm cat. C-27 con tapa y	juego	16	\$148.00	\$2,363.00
Caja registro condulet serie ovalada tipo C de 25 mm cat. C-37 con tapa y	juego	7	\$152.00	\$1,064.00
Caja registro condulet serie ovalada tipo C de 32 mm cat. C-47 con tapa y	juego	3	\$176.00	\$528.00
Caja registro condulet serie ovalada tipo C de 76 mm cat. C-87 con tapa y	juego	6	\$192.00	\$1,152.00
Reducción bushing tipo RE de 19 mm a 13 mm cat. RE-21 marca C.H. Domex	pieza	7	\$7.00	\$49.00
Reducción bushing tipo RE de 25 mm a 13 mm cat. RE-31 marca C.H. Domex	pieza	7	\$9.00	\$63.00
Reducción bushing tipo RE de 25 mm a 19 mm cat. RE-32 marca C.H. Domex	pieza	3	\$12.00	\$36.00
Reducción bushing tipo RE de 32 mm a 19 mm cat. RE-42 marca C.H. Domex	pieza	4	\$15.00	\$60.00
Reducción bushing tipo RE de 32 mm a 25 mm cat. RE-43 marca C.H. Domex	pieza	1	\$27.00	\$27.00
Caja registro condulet serie rectangular tipo FS de 13 mm cat FS-1 marca C.H.	pieza	14	\$27.00	\$1,218.00
Placa para apagador cat DS-32G con empaque de noproeno cat. GASK-91-N	juego	14	\$25.00	\$1,190.00
Cable de cobre tipo THW calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	850	\$4.95	\$4,233.00
Cable de cobre tipo THW calibre 10 AWG marca CONDUMEX	metro	1900	\$6.72	\$12,768.00
Cable de cobre tipo THW calibre 8 AWG marca CONDUMEX	metro	1200	\$10.44	\$12,528.00
Cable de cobre tipo THW calibre 6 AWG marca CONDUMEX	metro	3200	\$14.14	\$45,248.00
Cable de cobre tipo THW calibre 4 AWG marca CONDUMEX	metro	350	\$20.57	\$7,199.00

**Alimentación a equipos de aire acondicionado**

Descripción	Unid.	Cant.	Costo	total
Cable de cobre tipo THW calibre 2 AWG marca CONDUMEX	metro	220	\$31.36	\$6,899.00
Cable de cobre tipo THW calibre 3/0 AWG marca CONDUMEX	metro	1700	\$71.35	\$121,312.00
Cable de cobre tipo THW calibre 4/0 AWG marca CONDUMEX	metro	70	\$88.26	\$6,178.00
Cable de cobre desnudo calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	500	\$4.95	\$2,475.00
Cable de cobre desnudo calibre 10 AWG marca CONDUMEX	metro	600	\$6.72	\$4,032.00
Cable de cobre desnudo calibre 8 AWG marca CONDUMEX	metro	200	\$10.44	\$2,088.00
Cable de cobre desnudo calibre 4 AWG marca CONDUMEX	metro	325	\$20.57	\$6,685.00
Apagador 1 polo color marfil cat. TL-1-M marca Arrow Hart	pieza	14	\$27.70	\$388.00
Ducto cuadrado de 4" x4" (10x10 cm) cat. LD-45 c/c marca Square'D	tramo	12	\$120.00	\$1,440.00
Placa cierre de 4" x4" (10x10 cm) cat. LD-4CP marca Square'D	pieza	24	\$67.00	\$1,608.00
Materiales varios para soportería	lote	1	\$8,760.00	\$8,760.00
Materiales varios para conexiones	lote	1	\$7,500.00	\$7,500.00
			total	\$354,952.00

**Alimentación a equipos hidrosanitarios**

Descripción	Unid.	Cant.	Costo	total
Tubo conduit P.G.G. de 19 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	20	\$20.90	\$1,254.00
Tubo conduit P.G.G. de 25 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	50	\$26.96	\$4,044.00
Tubo conduit P.G.G. de 32 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	50	\$32.80	\$4,920.00
Monitor y contra de 19 mm marca Catusa u Omega	juegos	8	\$4.70	\$38.00
Monitor y contra de 25 mm marca Catusa u Omega	juegos	4	\$5.70	\$23.00
Monitor y contra de 32 mm marca Catusa u Omega	juegos	4	\$4.60	\$19.00
Tubo flexible Liqueatite de 19 mm marca Tubos Flexibles Mexicanos	metro	9	\$10.92	\$98.00
Tubo flexible Liqueatite de 32 mm marca Tubos Flexibles Mexicanos	metro	1	\$32.00	\$32.00
Conector recto para tubo flexible Liqueatite de 19 mm marca Tubos Flexibles M	pieza	18	\$7.60	\$137.00
Conector recto para tubo flexible Liqueatite de 32 mm marca Tubos Flexibles M	pieza	2	\$7.60	\$16.00
Caja registro conduit serie ovalada tipo L de 19 mm cat. L-27 con tapa y	pieza	10	\$12.30	\$123.00
Caja registro conduit serie ovalada tipo L de 25 mm cat. L-37 con tapa y	pieza	9	\$103.00	\$927.00
Caja registro conduit serie ovalada tipo L de 32 mm cat. L-47 con tapa y	pieza	12	\$232.00	\$2,784.00
Caja registro conduit serie ovalada tipo T de 19 mm cat. T-27 con tapa y	pieza	1	\$78.00	\$78.00

**Alimentación a equipos hidrosanitarios**

Descripción		Unid.	Cant.	Costo	total
Caja registro conduit serie ovalada tipo T de 25 mm cat. T-37 con tapa y	pieza	4	\$94.00	\$376.00	
Caja registro conduit serie ovalada tipo C de 19 mm cat. C-27 con tapa y	pieza	12	\$148.00	\$1,776.00	
Caja registro conduit serie ovalada tipo C de 25 mm cat. C-37 con tapa y	pieza	3	\$152.00	\$456.00	
Caja registro conduit serie ovalada tipo C de 32 mm cat. C-47 con tapa y	pieza	2	\$176.00	\$352.00	
Reducción bushing tipo RE de 25 mm a 19 mm cat. RE-32 marca C.H. Domes	juego	10	\$27.00	\$270.00	
Reducción bushing tipo RE de 32 mm a 25 mm cat. RE-43 marca C.H. Domes	juego	2	\$32.00	\$64.00	
Cable de cobre tipo THW calibre 10 AWG marca CONDUMEX	metro	900	\$6.72	\$6,048.00	
Cable de cobre tipo THW calibre 8 AWG marca CONDUMEX	metro	700	\$10.44	\$7,308.00	
Cable de cobre tipo THW calibre 2 AWG marca CONDUMEX	metro	350	\$31.36	\$10,976.00	
Cable de cobre desnudo calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	35	\$4.95	\$173.00	
Cable de cobre desnudo calibre 10 AWG marca CONDUMEX	metro	210	\$1.82	\$382.00	
Cable de cobre desnudo calibre 8 AWG marca CONDUMEX	metro	120	\$10.20	\$1,224.00	
Materiales varios para soportería	lote	1	\$8,760.00	\$8,760.00	
Materiales varios para conexiones	lote	1	\$7,500.00	\$7,500.00	
			total	\$60,158.00	

**Alimentación tableros de distribución y transformadores secos**

Descripción		Unid.	Cant.	Costo	total
Tubo conduit P.G.G. de 25 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	8	\$26.96	\$647.00	
Tubo conduit P.G.G. de 32 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	5	\$32.80	\$492.00	
Tubo conduit P.G.G. de 51 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	30	\$54.55	\$4,909.00	
Tubo conduit P.G.G. de 63 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	1	\$64.00	\$192.00	
Monitor y contra de 25 mm marca Catusa u Omega	juegos	4	\$5.70	\$23.00	
Monitor y contra de 32 mm marca Catusa u Omega	juegos	6	\$6.80	\$40.00	
Monitor y contra de 51 mm marca Catusa u Omega	juegos	8	\$12.20	\$97.00	
Monitor y contra de 63 mm marca Catusa u Omega	juegos	3	\$32.30	\$97.00	
Caja registro conduit serie ovalada tipo L de 25 mm cat. L-37 con tapa y	pieza	3	\$103.00	\$309.00	
Caja registro conduit serie ovalada tipo L de 32 mm cat. L-47 con tapa y	pieza	2	\$232.00	\$464.00	
Caja registro conduit serie ovalada tipo L de 51 mm cat. L-67 con tapa y	pieza	6	\$446.00	\$2,676.00	
Charola porta cables de aluminio de 45 cm cat. TR-52 c/c marca C.H. Domex	tramo	4	\$1,372.00	\$5,488.00	

**Alimentación tableros de distribución y transformadores secos**

Descripción	Unid.	Cant.	Costo	total
Charola porta cables de aluminio de 20 cm cat. TR-22 c/c marca C.H. Domex	tramo	16	\$1,118.00	\$17,888.00
Curva vertical interior a 90° de 20 cm cat. CVI-211 marca C.H. Domex	pieza	1	\$400.00	\$400.00
Curva vertical exterior a 90° de 20 cm cat. CVE-211 marca C.H. Domex	pieza	4	\$400.00	\$1,600.00
Curva vertical exterior a 90° de 20 cm cat. CVE-521 marca C.H. Domex	pieza	1	\$1,065.00	\$1,065.00
Reducción recta cat. RR-62 marca C.H. Domex	pieza	2	\$360.00	\$640.00
T horizontal de 45 cm cat. T-52 marca C.H. Domex	pieza	1	\$1,442.00	\$1,442.00
Conector de escalera a caja de 45 cm cat. CEC-5 marca C.H. Domex	pieza	1	\$237.00	\$237.00
Conector de escalera a caja de 30 cm cat. CEC-2 marca C.H. Domes	pieza	4	\$190.00	\$760.00
Cable de cobre tipo THW calibre 6 AWG marca CONDUMEX	metro	70	\$14.14	\$989.00
Cable de cobre tipo THW calibre 2 WG marca CONDUMEX	metro	1600	\$31.36	\$50,176.00
Cable de cobre tipo THW calibre 4 WG marca CONDUMEX	metro	50	\$2,057.00	\$1,028.00
Cable de cobre tipo THW calibre 1/0 AWG marca CONDUMEX	metro	300	\$46.34	\$13,902.00
Cable de cobre tipo THW calibre 4/0 AWG marca CONDUMEX	metro	10	\$88.26	\$882.00
Cable de cobre desnudo calibre 10 AWG marca CONDUMEX	metro	30	\$2.70	\$81.00
Cable de cobre desnudo calibre 8 AWG marca CONDUMEX	metro	20	\$2.88	\$57.00
Cable de cobre desnudo calibre 6 AWG marca CONDUMEX	metro	100	\$4.46	\$446.00
Cable de cobre desnudo calibre 1/0 AWG marca CONDUMEX	metro	114	\$46.34	\$5,282.00
Materiales varios para soporteria	lote	1	\$8,760.00	\$8,760.00
Materiales varios para conexiones	lote	1	\$7,500.00	\$7,500.00
			total	\$128,569.00

**Alimentación interruptor de enlace**

Descripción	Unid.	Cant.	Costo	total
Charola portables de aluminio de 20 cm cat. TR-22 c/c marca C.H. Domex	tramo	33	\$1,118.00	\$36,894.00
Curva vertical exterior a 90° de 20 cm cat. CVE-211 marca C.H. Domex	pieza	2	\$400.00	\$800.00
Conector de escalera a caja de 20 cm cat. CEC-2 marca C.H. Domex	pieza	2	\$190.00	\$380.00
Cable de cobre tipo THW calibre 1/0 AWG marca CONDUMEX	metro	1570	\$46.34	\$72,753.00
Cable de cobre desnudo calibre 1/0 A WG marca CONDUMEX	metro	130	\$17.81	\$2,315.00
Materiales varios para soporteria	lote	1	\$8,760.00	\$8,760.00
Materiales varios para conexiones	lote	1	\$7,500.00	\$7,500.00
			total	\$129,402.00



**Luces de obstrucción**

Descripción	Unid.	Cant.	Costo	total
Tubo conduit P.G.G. de 13 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	38	\$17.94	\$2,045.00
Tubo conduit P.G.G. de 19 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	35	\$20.90	\$2,194.00
Monitor y contra de 19 mm marca Catusa u Omega	juegos	16	\$4.70	\$72.00
Caja registro conduit serie ovalada tipo L de 13 mm cat. L-17 con tapa y	pieza	14	\$75.00	\$1,050.00
Caja reg. serie oval tipo L de 19 mm cat. L-27 con tapa y empaque mca. C.H.	pieza	3	\$103.00	\$309.00
Caja registro serie ovalada tipo T de 13 mm cat. T-17 con tapa y empaque	pieza	1	\$45.00	\$45.00
Caja registro serie ovalada tipo T de 19 mm cat. T-27 con tapa y empaque	pieza	3	\$78.00	\$234.00
Caja registro serie ovalada tipo C de 13 mm cat. C-17 con tapa y empaque	pieza	1	\$63.00	\$63.00
Cable de cobre tipo THW calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	350	\$4.95	\$1,732.00
Cable de cobre tipo THW calibre 10 AWG marca CONDUMEX	metro	450	\$6.72	\$3,024.00
Cable de cobre desnudo calibre 12 AWG marca CONDUMEX	metro	230	\$1.16	\$266.00
Fotocontrol y receptor 120 V modelo F-12 marca Bekolite	pieza	1	\$320.00	\$320.00
Luz de obstrucción serie U difusor rojo liso cat. UO11-1T marca Ilinsa	pieza	3	\$1,230.00	\$3,690.00
Luz de obstrucción serie U difusor rojo liso cat. UO21-21T marca Ilinsa	pieza	1	\$1,320.00	\$1,320.00
Contactador de 2P-30 A en caja tipo-1 cat. LMG-1 marca Squire D	pieza	1	\$1,125.00	\$1,125.00
Materiales varios para soporteria	lote	1	\$8,760.00	\$8,760.00
Materiales varios para conexión	lote	1	\$7,500.00	\$7,500.00
		total		\$33,749.00

**Instalación de pararrayos**

Descripción	Unid.	Cant.	Costo	total
Base plana para punta cat. C-60	pieza	69	\$92.00	\$6,348.00
Punta maciza cromada de 30 cm cat. C85A	pieza	69	\$300.00	\$29,700.00
Conector T cat. C262	pieza	29	\$56.30	\$1,632.00
Conector recto mecánico cat. C305	pieza	18	\$56.30	\$1,013.00
Conector cruz cat. C119	pieza	1	\$76.90	\$77.00
Conector de tubería hasta 25 mm cat. C306	pieza	14	\$51.15	\$716.00
Conector de tubería de 38 a 51 mm cat. C306A	pieza	1	\$67.30	\$67.00
Cable de cobre de 13 mm de 28 hilos cat. C40	metro	893	\$45.18	\$40,345.00
Abrazadera para cable cat. C121A	pieza	793	\$13.10	\$10,349.00

### Instalación de pararrayos

Descripción	Unid.	Cant.	Costo	total
Abrazadera para tierra cat. C297A	pieza	7	\$13.70	\$96.00
Desconectador de tierra cat. C303X	pieza	7	\$70.70	\$495.00
Bayoneta para tierra cat. C138	pieza	7	\$400.00	\$2,800.00
Poliducto de 19 mm cat. POL19	metro	313	\$13.80	\$4,319.00
Taquetes de nylon cat. S6	pieza	816	\$1.60	\$1,305.00
Tornillo de acero inoxidable cuerda corrida cat. FU110	pieza	816	\$1.75	\$1,428.00
Materiales varios para soporteria	lote	1	\$13,000.00	\$13,000.00
			total	\$113,690.00

### Preparación para acometida de alta tensión

Descripción	Unid.	Cant.	Costo	total
Tubo de asbesto cemento de 101 mm	tramo	93	\$73.90	\$20,618.00
Tubo conduit P.G.G. de 101 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	96	\$220.00	\$63,360.00
Contra y monitor de 101 mm marca Catus u Omega	juego	12	\$76.00	\$912.00
Materiales varios para soporteria	lote	1	\$13,000.00	\$13,000.00
			total	\$97,890.00

### Luminarias y lámparas de servicio

Descripción	Unid.	Cant.	Costo	total
Luminaria fluorescente 2x38 W con difusor envolvente modelo Galaxie serie	pieza	165	\$2,415.00	\$398,475.00
Equipo fluorescente 2x38 W color ultralum 300°K con balastro de alta	pieza	140	\$730.00	\$102,200.00
Equipo para cajilla fluorescente de 2x38 W, 127 V con balastro de alta	pieza	12	\$720.00	\$8,640.00
Reflector HQI-70 W de 200 V, color cálido marca Starco con balastro remoto	pieza	35	\$3,270.00	\$114,450.00
Reflector HQI-150 W de 200 V, color cálido marca Starco con balastro remoto	pieza	4	\$3,780.00	\$15,120.00
Luminaria tipo empotrar en plafón bajo voltaje Microspot 50W, 12V, con	pieza	59	\$1,760.00	\$103,840.00
Luminaria tipo empotrar en plafón bajo voltaje Microspot 50W, 12V, con	pieza	36	\$730.00	\$26,280.00
Downlight compacto fluorescente de 2x13 W empotrar en plafón marca Starco	pieza	175	\$990.00	\$173,250.00
Luminaria con dos tubos fluorescentes de 13 W compacto fluorescente	pieza	109	\$390.00	\$42,510.00
Luminaria V.S.P.A. de 100 W cat. QVO-510-M 220V marca Ruud-lighting	pieza	150	\$970.00	\$145,500.00
Luminaria V.S.P.A. con cuarzo de 100W en stand-by cat. QOV-510-M, 220V	pieza	53	\$990.00	\$52,470.00

**Luminarias y lámparas de servicio**

Descripción		Unid.	Cant.	Costo	total
Luminaria tipo arbotante con guarda protectora sin globo con foco A-19, 60W		pieza	134	\$1,370.00	\$183,580.00
Luminario fluorescente de 2x38 W tipo Pismaita a prueba de vapor serie 601		pieza	6	\$3,430.00	\$20,580.00
Luminaria fluorescente de 2x38 W tipo industrial RLM cat 212 marca Novalux		pieza	20	\$2,100.00	\$42,000.00
Reflector micro flood 75W, 127V cat. EL215BL marca Kim lighting		pieza	54	\$312.00	\$16,848.00
Reflector web lights C-54, 150W par 38 incandescente 120V con guarda		pieza	4	\$1,870.00	\$7,480.00
Luminaria V.S.A.P. 70W, 120V tipo intemperie cat. SL5/70 HPS 120/BL-P		pieza	10	\$2,360.00	\$23,600.00
Luminaria V.S.A.P. 70W, 120V tipo intemperie cat. SL6/70 HPS 120/BL-p		pieza	4	\$2,120.00	\$8,480.00
Luminaria Pathligh V.S.A.P. 70W, 120V cat. 3094/70 HPS 120 marca Kim		pieza	8	\$375.00	\$3,000.00
Luminaria subacuática 75W par 38 marca Ilinsa		pieza	4	\$3,200.00	\$12,800.00
Cajillo para luz de cortesía constituido por portalámpara con base de porcelana		pieza	9	\$180.00	\$1,620.00
				total	\$1,502,723.00

**Tableros de alumbrado**

Descripción		Unid.	Cant.	Costo	total
Tablero A tipo QOD-2 con los siguientes interruptores termomagnéticos		juego	1	\$1,700.00	\$1,700.00
Tablero B, C, D, E, F, G, H, Y, J, K tipo QOD-2 con los siguientes		juego	10	\$730.00	\$7,300.00
Tablero CM1, CM2, CM3 tipo QOD-4 con los siguientes interruptores		juego	3	\$790.00	\$2,910.00
Tablero TES tipo QOD-8 con los siguientes interruptores termomagnéticos		juego	1	\$180.00	\$180.00
Tablero TEP tipo NQOD-124AB11 con interruptor general de 3P-100 Ay los		juego	1	\$4,800.00	\$4,800.00
Tablero SBE tipo QOD-6 con los siguientes interruptores termomagnéticos		juego	1	\$890.00	\$890.00
Tablero CLF tipo QOD-6 con los siguientes interruptores termomagnéticos		juego	1	\$1,230.00	\$1,230.00
Tablero CO tipo QOD-4 con los siguientes interruptores termomagnéticos		juego	1	\$1,560.00	\$1,560.00
Tablero COE tipo QOD-6 con los siguientes interruptores termomagnéticos		juego	1	\$1,800.00	\$1,800.00
Tablero AE tipo QOD-8 con los siguientes interruptores termomagnéticos		juego	1	\$2,200.00	\$2,200.00
Tablero AEE tipo QOD-6 con los siguientes interruptores termomagnéticos		juego	1	\$5,065.00	\$5,065.00
Tablero S tipo NQOD-12-4AB11 con interruptor general de 3P-100A y los		juego	1	\$5,320.00	\$5,320.00
Tablero SE tipo NQOD-12-4AB11 con interruptor general de 3P-100A y los		juego	1	\$4,800.00	\$4,800.00
Tablero SPB tipo QOD-8 con los siguientes interruptores termomagnéticos		juego	1	\$3,800.00	\$3,800.00
Tablero SPBE tipo NQOD-12-4AB11 con interruptor general de 3P-100A y los		juego	1	\$4,370.00	\$4,370.00
Tablero SM tipo QOD-4 con los siguientes interruptores termomagnéticos		juego	1	\$1,870.00	\$1,870.00

**Tableros de alumbrado**

Descripción	Unid.	Cant.	Costo	total
Tablero SN1, SN2, SN3, SN4 tipo NQOD-12-4AB11 con interruptor general de juego	juego	4	\$4,170.00	\$16,680.00
Tablero SN1E, SN2E, SN3E, SN4E tipo QOD-8 con interruptores	juego	4	\$1,890.00	\$7,560.00
Tablero SN5 tipo NQOD-12-4AB11 con interruptor general de 3P-100A y los	juego	1	\$3,700.00	\$3,700.00
Tablero SN5E tipo QOD-8 con los siguientes interruptores termomagnéticos	juego	1	\$2,790.00	\$2,790.00
Tablero SS tipo NQOD-30-4AB21 con interruptor general de 3P-225A y los	juego	1	\$9,870.00	\$9,870.00
Tablero SSE tipo NQOD-30-4AB21 con interruptor general de 3P-225A y los	juego	1	\$11,284.00	\$11,284.00
Tablero E tipo NQOD-42-4AB21 con interruptor general de 3P-225A y los	juego	1	\$11,320.00	\$11,320.00
Tablero EE tipo NQOD-24-AB11 con interruptor general de 3P-100A y los	juego	1	\$8,760.00	\$8,760.00
Tablero VEE tipo QOD-8 con los siguientes interruptores termomagnéticos	juego	1	\$1,750.00	\$1,750.00
Tablero VVE tipo NQOD-12-4AB11 con interruptor general de 3P-100A y los	juego	1	\$3,890.00	\$3,890.00
Materiales Varios para soportería	lote	1	\$15,000.00	\$15,000.00
			total	\$142,399.00

**Tableros de distribución y CCM'S**

Descripción	Unid.	Cant.	Costo	total
Tablero TDE-1 (ver especificaciones particulares de equipo)	lote	1	\$69,700.00	\$69,700.00
Tablero TDE-2 (ver especificaciones particulares de equipo)	lote	1	\$73,500.00	\$73,500.00
Tablero TD-2 (ver especificaciones particulares de equipo)	lote	1	\$230,700.00	\$230,700.00
Centro de control de motores CCM-AAE (ver especificaciones particulares de	lote	1	\$300,000.00	\$300,000.00
Centro de control de motores CCM-AA (ver especificaciones particulares de	lote	1	\$390,000.00	\$390,000.00
Centro de control de motores VHP (ver especificaciones particulares de	lote	1	\$370,000.00	\$370,000.00
Materiales varios para soportería	lote	1	\$30,000.00	\$30,000.00
			total	\$1,463,900.00

**Tableros generales en baja tensión.**

Descripción	Unid.	Cant.	Costo	total
Tablero TGE (ver especificaciones particulares de equipo)	lote	1	\$620,000.00	\$620,000.00
Tablero TG-1 (ver especificaciones particulares de equipo)	lote	1	\$750,000.00	\$750,000.00
Tablero TG-2 (ver especificaciones particulares de equipo)	lote	1	\$760,000.00	\$760,000.00
Materiales varios para soportería	lote	1	\$30,000.00	\$30,000.00
			total	\$2,160,000.00

**Interruptor termomagnético en caja y transformador tipo seco**

Descripción	Unid.	Cant.	Costo	total
Interruptor termomagnético en caja moldeada tipo - I de IP-20A, marca	pieza	1	\$360.00	\$360.00
Interruptor termomagnético en caja moldeada tipo - I de IP-30A, marca	pieza	1	\$375.00	\$375.00
Interruptor termomagnético en caja moldeada tipo - I de IP-50A, marca	pieza	3	\$377.00	\$1,131.00
Interruptor termomagnético en caja moldeada tipo - I de 3P-20A, marca	pieza	5	\$360.00	\$1,800.00
Interruptor termomagnético en caja moldeada tipo - I de 3P-40A, marca	pieza	5	\$368.00	\$1,840.00
Interruptor termomagnético en caja moldeada tipo - I de 3P-50A, marca	pieza	8	\$377.00	\$3,016.00
Interruptor termomagnético en caja moldeada tipo - I de 3P-70A, marca	pieza	2	\$380.00	\$760.00
Interruptor termomagnético en caja moldeada tipo - I de 3P-100A, marca	pieza	4	\$385.00	\$1,540.00
Interruptor termomagnético en caja moldeada tipo - I de 3P-125A, marca	pieza	2	\$395.00	\$790.00
Interruptor termomagnético en caja moldeada tipo - I de 3P-250A, marca	pieza	4	\$420.00	\$1,680.00
Transformador tipo seco trifásico de 30kVA, 440V en el primario 220/127V en	pieza	1	\$60,000.00	\$60,000.00
Transformador tipo seco trifásico de 45kVA, 440V en el primario 220/127V en	pieza	1	\$75,000.00	\$75,000.00
Transformador tipo seco trifásico de 75kVA, 440V en el primario 220/127V en	pieza	2	\$120,000.00	\$240,000.00
Materiales varios para soportería	lote	1	\$18,780.00	\$18,780.00
			total	\$407,072.00

**Equipos en subestación**

Descripción	Unid.	Cant.	Costo	total
Subestación tipo unitario para operar 23kV (ver especificaciones particulares de	lote	1	\$490,000.00	\$490,000.00
Transformador de potencia clave T1 (ver especificaciones particulares de	lote	1	\$220,320.00	\$220,320.00
Transformador de potencia clave T2 (ver especificaciones particulares de	lote	1	\$220,320.00	\$220,320.00
Planta eléctrica diesel 350 kW continuos, 395 kW emergencia (ver	lote	1	\$1,200,000.00	\$1,200,000.00
Extintor de polvo químico	pieza	4	\$76,000.00	\$304,000.00
Arma aislante de 0.6 m de ancho por 6 m de largo	pieza	1	\$5,420.00	\$5,420.00
Arma aislante de 0.6 m de ancho por 2 m de largo	pieza	1	\$5,420.00	\$5,420.00
Equipo de seguridad conteniendo casco, guantes, gafas, botas, pértiga	lote	1	\$3,200.00	\$3,200.00
Materiales varios para soportería	lote	1	\$151,000.00	\$151,000.00
			total	\$2,599,680.00

**Sistema de tierra RDI cómputo (pozos)**

Descripción	Unid.	Cant.	Costo	total
Cable de cobre desnudo calibre 4/0 AWG marca CONDUMEX	metro	8	\$35.49	\$284.00
Cable de cobre tipo THW calibre 2/0 AWG marca CONDUMEX	metro	85	\$56.91	\$4,837.00
Varilla coperweld de 5/8" marca Cadweld	pieza	8	\$773.22	\$6,185.00
Cartucho núm. 45 marca Cadweld	pieza	2	\$20.00	\$40.00
Zapata 1 barro B-121C marca Cadweld	pieza	2	\$48.00	\$96.00
Desconector de tierra cat. C-303-X marca Cadweld	pieza	2	\$36.00	\$72.00
Tubo conduit P.G.G. de 32 mm c/c marca Catusa u Omega	tramo	28	\$32.70	\$915.00
Monitor y contra de 32 mm marca Catusa u Omega	pieza	4	\$4.70	\$19.00
Caja registro cuadrada galvanizada de 38 mm marca Famsa	pieza	2	\$25.70	\$51.00
Tapa galvanizada de 38 mm marca Famsa	pieza	2	\$26.30	\$52.00
Caja registro conduit serie ovalada tipo L de 32 mm cat. L-47 con tapa y	pieza	8	\$232.00	\$1,856.00
Lote de mat. que consta de arena, carbón, sal, limadura, sulfato de amonio	lote	1	\$720.00	\$720.00
Tubo PVC tipo pesado de 25 mm c/c marca Duralón	pieza	1	\$21.70	\$22.00
Materiales varios para soporteria	lote	1	\$8,760.00	\$8,760.00
Materiales varios para conexión	lote	1	\$7,500.00	\$7,500.00
			total	\$31,409.00

**Sistema de tierra para subestación**

Descripción	Unid.	Cant.	Costo	total
Cable de cobre tipo THW calibre 4/0 AWG marca CONDUMEX	metro	120	\$35.49	\$4,259.00
Cable de cobre desnudo calibre 4/0 AWG marca CONDUMEX	metro	85	\$56.91	\$4,837.00
Cable de cobre desnudo calibre 2/0 marca CONDUMEX	metro	30	\$28.30	\$849.00
Molde para conexión cable 4/0 tipo TA cat. TAC-2Q2Q marca Cadweld	pieza	1	\$551.00	\$551.00
Cartucho núm. 150 marca Cadweld	pieza	97	\$62.70	\$6,082.00
Molde para conexión cable 4/0, 2/0 tipo TA cat. TAC-2Q2G marca Cadweld	pieza	1	\$570.00	\$570.00
Cartucho del núm. 90 marca Cadweld	pieza	12	\$55.00	\$660.00
Molde para conexión cable 4/0, cable 4/0 tipo XA cat. XAC-2Q2Q marca	pieza	1	\$670.00	\$670.00
Cartucho del núm. 200 marca Cadweld	pieza	39	\$60.00	\$2,340.00
Molde para conexión cable 4/0 varilla 5/8" tipo GT cat. GTC-162Q marca	pieza	1	\$578.00	\$578.00
Cartucho del núm. 113 marca Cadweld	pieza	11	\$60.00	\$660.00

**Sistema de tierra para subestación**

Descripción		Unid.	Cant.	Costo	total
Molde para conexión cable 4/0 zpada tipo GL cat. GLC-2Q marca Cadweld		pieza	1	\$690.00	\$690.00
Cartucho núm. 65 marca Cadweld		pieza	2	\$67.00	\$134.00
Molde para conexión cable 2/0 zapata tipo GL cat. GLC-2G marca Cadweld		pieza	1	\$670.00	\$670.00
Cartucho núm. 45 marca Cadweld		pieza	11	\$40.60	\$446.60
Varilla coperweld de 5/8" marca Cadweld		pieza	10	\$773.00	\$7,730.00
Zapata 1 barreno cat. B121-CE marca Cadweld		pieza	13	\$48.00	\$624.00
Desconector de tierra cat. C-303-X marca Cadweld		pieza	14	\$68.00	\$952.00
Tubo conduit P.G.G. de 32 mm c/c marca Catusa u Omega		tramo	40	\$32.70	\$1,308.00
Monitor y contra de 32 mm marca Catusa u Omega		pieza	30	\$4.70	\$141.00
Caja registro cuadrada galvanizada de 38 mm marca Catusa u Omega		pieza	15	\$25.70	\$385.00
Tapa galvanizada de 38 mm marca Famsa		pieza	15	\$26.30	\$394.00
Materiales varios para soporteria		lote	1	\$8,760.00	\$8,760.00
Materiales varios para conexión		lote	1	\$7,500.00	\$7,500.00
				total	\$51,790.00

**Soporteria para condóminos**

Descripción		Unid.	Cant.	Costo	total
Unicanal (Unistrut) cat. LU-1000 marca Cross Line		tramo	60	\$89.70	\$5,382.00
Varilla roscada de 9.5 mm (3/8") de diámetro por 1.50 m de largo		pieza	200	\$73.00	\$14,600.00
Materiales varios para soporteria (clips, tuercas, rondanas, tornillos, taquetes,		lote	1	\$8,760.00	\$8,760.00
				total	\$28,742.00

**Costo del total de los materiales**

**\$10,138,908.30**

# **APÉNDICE - B**

## **Tableros**



# TABLEROS

**Tablero "SN1, SN2, SN3, SN4" Tipo NQOD12-4AB11, 3 F, 4 H, 220/127 V**

Cto. No.	No. polos	Protecc. amperes.	100 W	50 W	1800 W	200 W	Fases			Total W
							a	b	c	
1	1	15	10				1000			1000
2	1	15	15				1500			1500
3	1	15	1	5			350			350
4	1	15	1	4				300		300
5	1	30			1			1800		1800
6	1	30			1				1800	1800
7	1	20				9			1800	1800
8	1	20								
<b>Totales</b>			<b>27</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>2850</b>	<b>2100</b>	<b>3600</b>	<b>8550</b>

Este tablero se balancea en el tablero "SS"

**Tablero "SNE1, SNE2, SNE3, SNE4" Tipo QOD-8, 2 F, 3 H, 220/127 V**

Cto. No.	No. polos	Protecc. amperes.	50 W	50 W	100 W	30 W	Fases			Total W
							a	b	c	
1	1	15	12				600			600
2	1	15	8					400		400
3	1	15	8				400			400
4	1	15		11	3			960		960
5	1	20				2	60			60
6	1						300			300
<b>Totales</b>			<b>28</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1360</b>	<b>1360</b>		<b>2720</b>

Desbalanceo = 0 %

T A B L E R O S

**Tablero "SNS" Tipo NQOD12-4AB11, 3 F, 4 H, 220/127 V**

Cto. No.	No. polos	Protecc. amperes	100 W	50 W	75 W	50 W	1800 W	200 W	F a s e s			Total W
									a	b	c	
1	1	15	11						1100			1100
2	1	15	1	5						250		250
3	1	15	1	4						300		300
4	1	20			12					900		900
5	1	20			10	6					1050	1050
6	1	20		9					450			450
7	1	30					1		1800			1800
8	1	30					1			1800		1800
9	1	20						9			1800	1800
10											550	550
	<b>Totales</b>		<b>13</b>	<b>18</b>	<b>22</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>3350</b>	<b>3250</b>	<b>3400</b>	<b>10000</b>

Desbalanceo = 4.41 %

**Tablero "SNEs" Tipo QOD-8, 2 F, 3 H, 220/127 V**

Cto. No.	No. polos	Protecc. amperes	70 W	50 W	50 W	100 W	60 W	100 W	200 W	F a s e s			Total W
										a	b	c	
1,3	2	15	11							385	385	770	
2	1	15		20						1000		1000	
4	1	15		8						400		400	
5	1	15			7	3				720		720	
6	1	20					2			120		120	
	<b>Totales</b>		<b>11</b>	<b>28</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1505</b>	<b>1505</b>	<b>3010</b>	






Desbalanceo = 0 %








TABLEROS

Tablero "SE" Tipo NQOD12-4AB11, 3 F, 4 H, 220/127 V

Cto. No.	No. polos	Protecc. amperes	 50 W	 50 W	 100 W	 50 W	 100 W	F a s e s			Total W
								a	b	c	
1	1	15	5	8	4			1050			1050
2	1	15	5	8	4			1050			1050
3	1	15	5	8	6				1250		1250
4	1	15			11					1100	1100
5	1	15	4		1					300	300
6	1	15				3	1			250	250
	Totales		19	24	26	3	1	2100	1500	1400	3000

Este tablero se balancea en el tablero "SSE"

Tablero "S" Tipo NQOD12-4AB11, 3 F, 4 H, 220/127 V

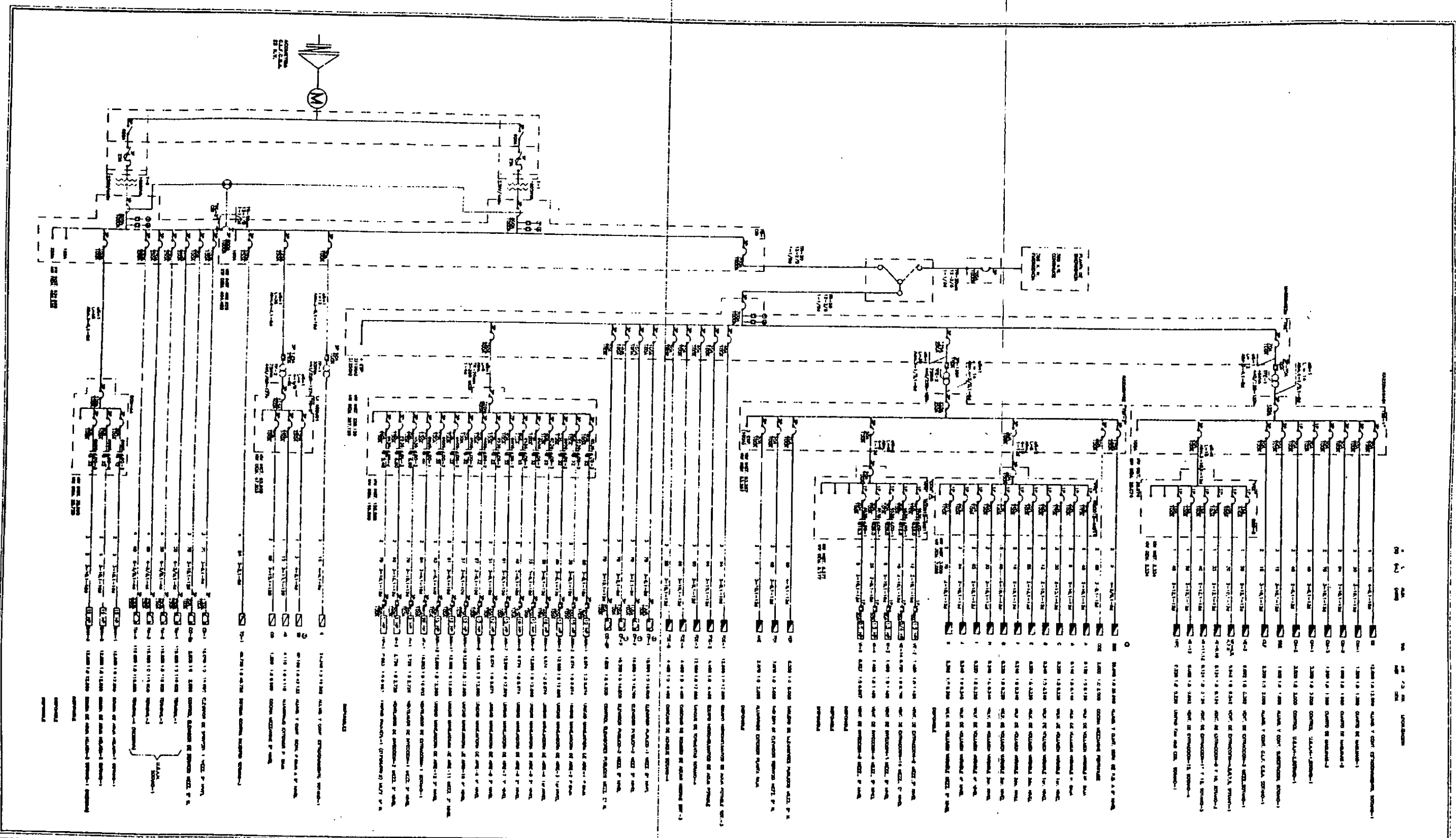
Cto. No.	No. polos	Protecc. amperes	 50 W	 100 W	 50 W	F a s e s			Total W		
						a	b	c			
1	1	15	4	4							
2	1	15	4	4			600		600	600	
3	1	15	2	4			600		600	600	
4	1	15		10	2					500	
5	1	15		2					1120	1120	
6								200		200	
								200		200	
	Totales		10	24	2			900	1200	1120	3220

Este tablero se balancea en el tablero "SS"

# **APÉNDICE - C**

## **Planos**





**SIMBOLOGIA**

	ALARMA DE SERVICIO NORMAL		INTERRUPTOR DE FUSIBLE
	ALARMA DE SERVICIO EMERGENCIA		INTERRUPTOR DE AIRE
	COMANDO DE SERVICIO		QUEMADA SIMPLIFICADA
	COMANDO DE SERVICIO CON ALARMA		QUEMADA DE SERVICIO CON ALARMA
	INDICADOR DE ALARMA		INDICADOR DE ALARMA
	INDICADOR DE ALARMA CON ALARMA		INDICADOR DE ALARMA CON ALARMA
	INDICADOR DE ALARMA CON ALARMA		INDICADOR DE ALARMA CON ALARMA
	INDICADOR DE ALARMA CON ALARMA		INDICADOR DE ALARMA CON ALARMA
	INDICADOR DE ALARMA CON ALARMA		INDICADOR DE ALARMA CON ALARMA
	INDICADOR DE ALARMA CON ALARMA		INDICADOR DE ALARMA CON ALARMA

**NOMENCLATURA**

IN DE FUSIBLE

20A / 100A

CONEXION DEL INTERRUPTOR DE FUSIBLE

MANO DEL INTERRUPTOR

TIPO DE APARATO

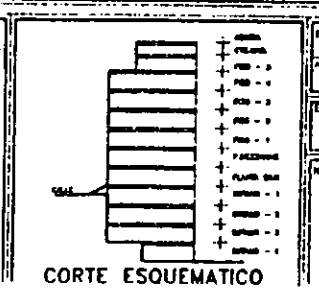
6536-LBG-1

8102

DIAGRAMA TECNICO

**NOTAS**

1. LOS EQUIPOS EN CADA DE APARATO DEBERAN DE SER CONECTADOS EN SU UBICACION ORIGINAL.
2. LAS INTERRUPTORES DEBEN DE SER CONECTADOS EN SU UBICACION ORIGINAL.
3. VER CORDON DE CABLE EN PLANO.



ESCALA: 1:125

FECHA: FEB.-2000

PLANTACION: metros

PROYECTO: S.B.D.

ESCALA LINEAL

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

PROYECTO: S.B.D.

PLANO No.:

# EDIFICIO COMERCIAL

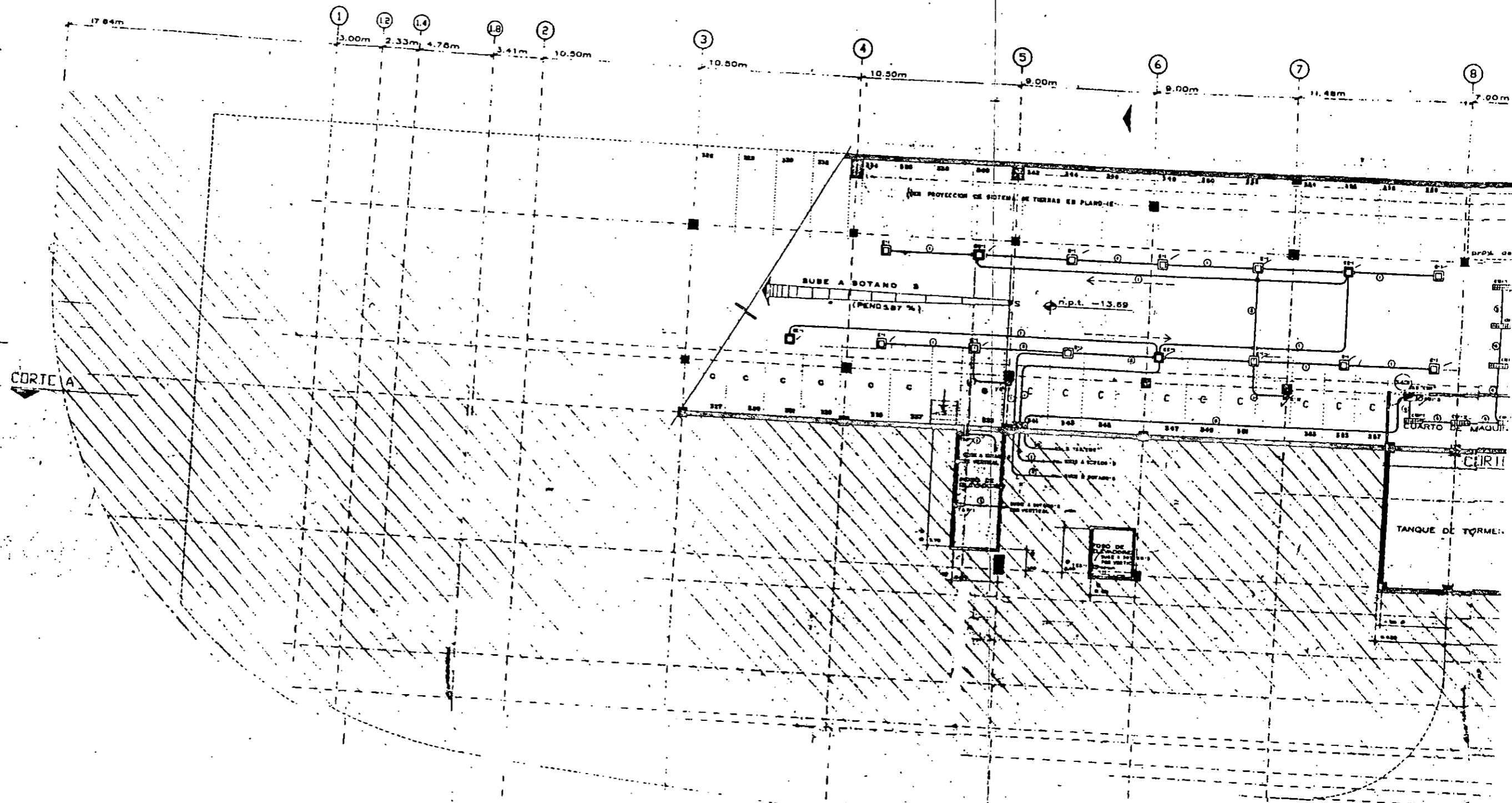
**DIAGRAMA UNIFILAR**

PROPIETARIO:

PROYECTO:







**ESTACIONAMIENTO S4**

- AUTOS GRANDES 21
- AUTOS COMPACTOS 16
- TOTAL DE AUTOS 37

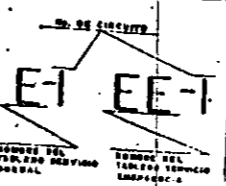
**SIMBOLOGIA**

- ☐ LUMINARIA CLAS. CON SERVICIO NORMAL DE LOS QUE LINTERAS EN LOSA CAYENDE (120V)
- ☐ LUMINARIA CLAS. CON SERVICIO EMERGENCIA DE LOS QUE LINTERAS EN LOSA CAYENDE (120V)
- ☐ LUMINARIA TIPO ANTI-GLAZO DE CHARRA PORTATIL EN EL CILINDRO PARA PASO ALTO EN LOSA DE CONCRETO EN EL CILINDRO
- ☐ LUMINARIA PLANEADORA DE BOMBA TIPO PRELIMINAR A PUNTA DE VAPOR DE BOMBA
- ☐ CONTACTO DE BOMBA PLANEADORA CON TAPA DE INTERFERENCIA EN LA BOMBA EN EL CILINDRO TIPO ANTI-GLAZO EN LA ALFARERA DE BOMBA EN EL CILINDRO
- ☐ TUBO DE ALABRADO DE BOMBA EN EL CILINDRO
- ☐ TUBO DE ALABRADO DE BOMBA EN EL CILINDRO

**CEDULA DE CABLEADO**

CLAVE	TIPO	CABLEADO
①	400	400
②	400	400
③	400	400
④	400	400
⑤	400	400

**NOMENCLATURA**



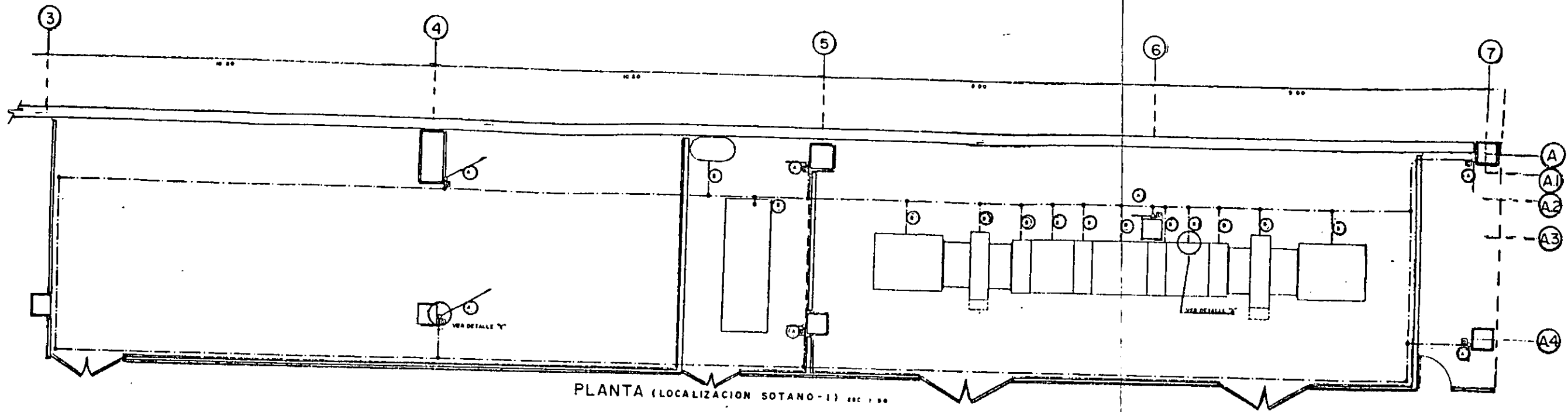
**NOTAS**

ESTE PLANO ES EXCLUSIVO PARA INSTALACION ELECTRICA DE USO PARA OTRO FIN  
 LA TRAZA DE LA TUBERIA ES CONVENCIONAL DE SOPORTE DE BOMBA  
 ESTE PLANO ES PARA DETALLES DE INSTALACION

Proyecto	8-0-0	Folio	
Numero	11125	Anterior	
Descripcion		Posterior	
Fecha			







PLANTA (LOCALIZACIÓN SOTANO-1) ETC. 1:20

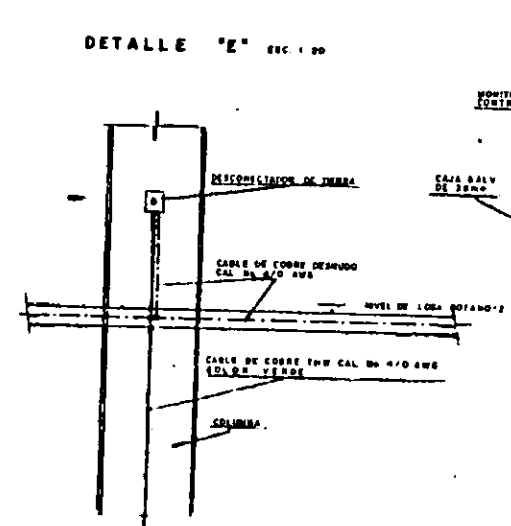
**SIMBOLOGIA**

- VAINILLA COPPERVELD DE 3/8" Ø Y 8 CM METROS DE LARGO
- DESCONECTOR DE TIERRA
- CABLE DE COBRE DESNUDO CAL. No. 4/0 AWG
- CABLE DE COBRE TUV CAL. No. 4/0 AWG COLOR VERDE ENTUBO PAS DE 25mm Ø
- CABLE DE COBRE DESNUDO CAL. No. 2/0 AWG

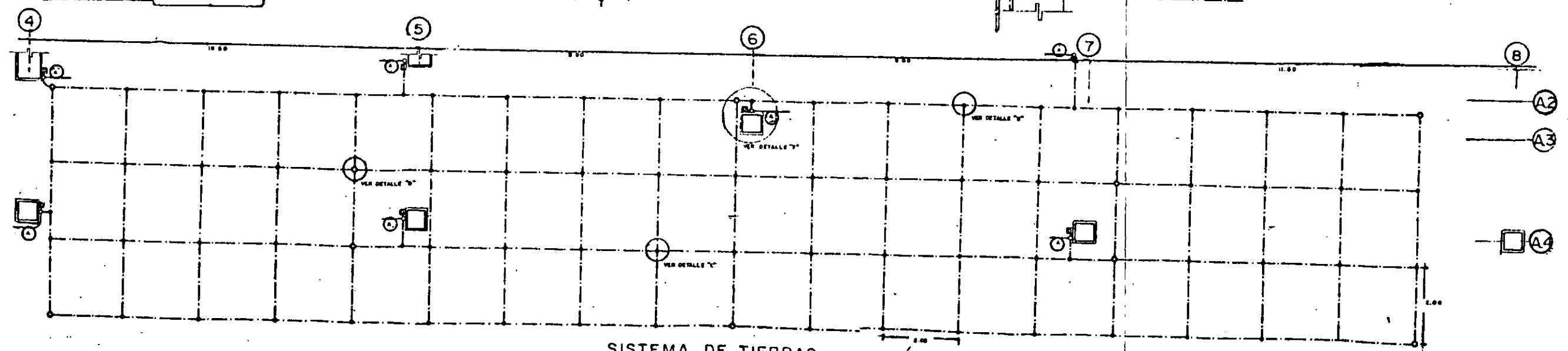
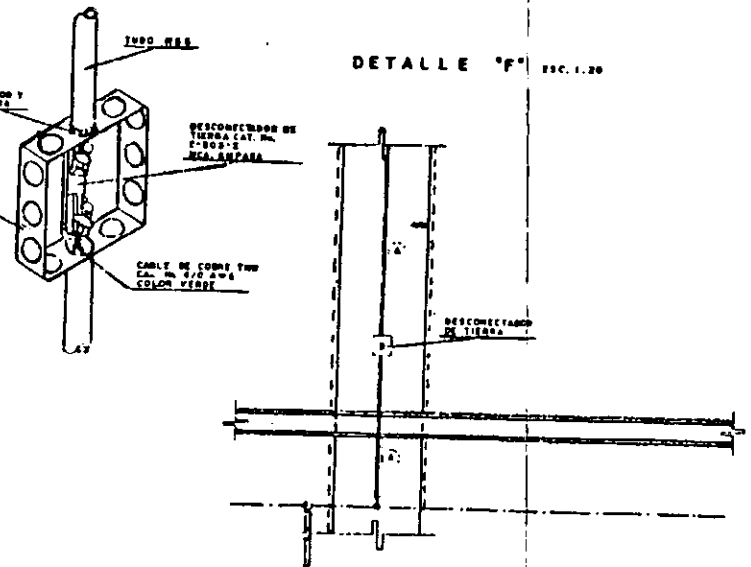
PROYECTO	NO. 20	FECHA	1970
PROYECTANTE	ING. J. M. P.	PROYECTANTE	ING. J. M. P.
PROYECTANTE	ING. J. M. P.	PROYECTANTE	ING. J. M. P.
PROYECTANTE	ING. J. M. P.	PROYECTANTE	ING. J. M. P.

**IE26 SISTEMA DE TIERRAS**

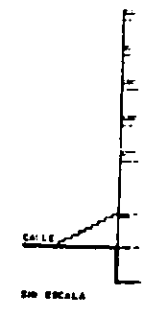
**DETALLE "E" ETC. 1:20**



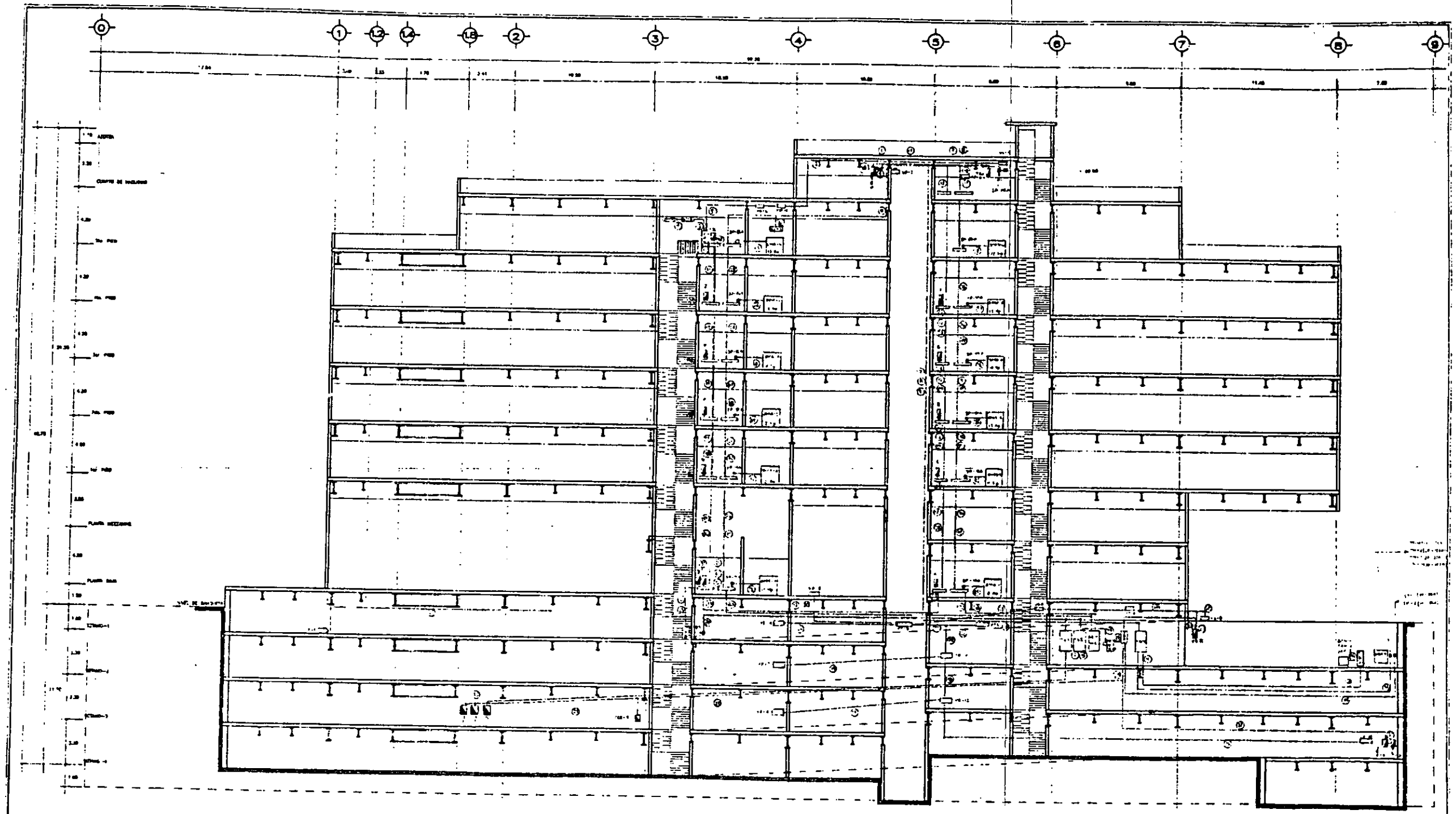
**DETALLE "F" ETC. 1:20**



SISTEMA DE TIERRAS (LOCALIZACIÓN BOTANO-4) ETC. 1:20



CORTE ESO



<p><b>SIMBOLOGIA :</b></p>	<p><b>NOMENCLATURA :</b></p>	<p><b>NOTAS :</b></p>	<p><b>CORTE ESQUEMATICO</b></p>	<p>ESCALA: 1:125  AUTOR: [blank]  FECHA: FEB. - 2000  TITULO: [blank]  PROYECTO: [blank]  PLANO No.: <b>IE-24</b></p>	<p><b>EDIFICIO COMERCIAL</b></p> <p><b>CORTE ESQUEMATICO</b></p> <p>PROPIETARIO: [blank]  VENDEDOR: [blank]</p>
----------------------------	------------------------------	-----------------------	---------------------------------	---	---



**APÉNDICE - D**  
**Tarifas y terminología**



## Tarifas eléctricas

Tarifa	Aplicación
1	Servicio doméstico
1-A	Servicio doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 25 grados centígrados
1-B	Servicio doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 29 grados centígrados
1-C	Servicio doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 30 grados centígrados
1-D	Servicio doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 31 grados centígrados
1-E	Servicio doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 32 grados centígrados
2	Servicio general hasta 25 kW de demanda
3	Servicio general para más de 25 kW de demanda
5	Servicio para alumbrado público en las zonas conurbadas del Distrito Federal, Monterrey y Guadalajara
5-A	Servicio para alumbrado público en el resto del país (excluyendo el Distrito Federal, Monterrey, Guadalajara y zonas conurbadas)
6	Servicio para bombeo de aguas potables o negras, de servicio público
7	Servicio temporal
9	Servicio para bombeo de agua para riego agrícola en baja tensión
9-M	Servicio para bombeo de agua para riego agrícola en media tensión
O-M	Tarifa ordinaria para servicio general en media tensión con demanda menor a 100 kW
H-M	Tarifa horaria para servicio general en media tensión, con demanda de 100 kW o más
H-S	Tarifa horaria para servicio general en alta tensión, nivel subtransmisión
H-T	Tarifa horaria para servicio general en alta tensión, nivel transmisión
H-SL	Tarifa horaria para servicio general en alta tensión, nivel subtransmisión, para larga utilización
H-TL	Tarifa horaria para servicio general en alta tensión, nivel transmisión, para larga utilización
HM-R	Tarifa horaria para servicio de respaldo para falla y mantenimiento en media tensión
HM-RF	Tarifa horaria para servicio de respaldo para falla en media tensión
HM-RM	Tarifa horaria para servicio de respaldo para mantenimiento programado en media tensión
HS-R	Tarifa horaria para servicio de respaldo para falla y mantenimiento en alta tensión, nivel subtransmisión
HS-RF	Tarifa horaria para servicio de respaldo para falla en alta tensión, nivel subtransmisión
HS-RM	Tarifa horaria para servicio de respaldo para mantenimiento programado en alta tensión, nivel subtransmisión
HT-R	Tarifa horaria para servicio de respaldo para falla y mantenimiento en alta tensión, nivel transmisión
HT-RF	Tarifa horaria para servicio de respaldo para falla en alta tensión, nivel transmisión
HT-RM	Tarifa horaria para servicio de respaldo para mantenimiento programado en alta tensión, nivel transmisión
1-15	Tarifa para servicio interrumpible, para demanda medida en periodo de punta, semipunta, intermedio o base mayor o igual a 10,000 kW
1-30	Tarifa para servicio interrumpible, para demanda medida en periodo de punta, semipunta, intermedio o base mayor o igual a 20,000 kW

## Terminología

**Acometida.** Conductores y equipo necesarios para llevar la energía eléctrica desde el sistema de suministro la sistema de alambrado de la propiedad alimentada.

**Apartarrayo.** Supresor de sobretensiones.

**Canalización.** Conducto cerrado diseñado especialmente para contener alambres, cables o solera; y con funciones adicionales permitidas en la NOM-001-SEMP-1994.

**CM (circular mil).** Se define como el área de la sección transversal de un alambre de 1 mil (.001 inch.) de diámetro

**Contactador.** Mecanismo utilizado en electricidad para la apertura y cierra de circuitos. Actúa como interruptor automático y suele estar accionado por medios mecánicos, electromagnéticos o electroneumáticos.

**Cortacorriente.** Conjunto formado por un soporte para fusible con un portafusible y una cuchilla de desconexión.

**Desconectador.** Dispositivo destinado a abrir o cerrar en aire con un circuito, solamente después de que se ha desconectado la carga por algún otro medio, pero que puede tener potencial aplicado en el momento de su operación.

**Ducto.** Canalización sencilla, cerrada, de cualquier forma de sección. Éste término se aplica a algunos tipos especiales de canalización y tiene un uso particular en el caso de líneas subterráneas.

**Frente muerto.** Sin partes vivas descubiertas hacia las personas en el lado de accionamiento del equipo.

**Gabinete.** Caja diseñada para montaje de superficie o embutida, provista de un marco o pestaña en el cual hay o pueden colocarse puertas de bisagras.

**Interruptor.** Dispositivo que puede abrir un circuito eléctrico, cuando circula corriente, con un valor hasta el de la capacidad del mismo dispositivo, sin sufrir daño alguno.

**Lumen.** Es el flujo luminoso o potencia radiante visible, emitido desde una abertura de  $1/60 \text{ cm}^2$  de una fuente patrón e incluido dentro de un ángulo sólido de 1 estereorradián.

**Luminario.** Es un aparato que distribuye, filtra o controla la luz emitida por una o varias lámparas, el cual incluye todos los accesorios necesarios para la fijación, protección y funcionamiento de dichas lámparas.

**Lux.** Cantidad de lúmenes por metro cuadrado.

**Reflectancia.** Capacidad de reflexión de los rayos luminosos.

**Relevador.** Es un dispositivo que se utiliza para interrumpir indirectamente una corriente eléctrica mediante otra corriente.

**Sobrecorriente.** Cualquier valor de corriente mayor que la corriente nominal del equipo, o mayor que la capacidad de corriente de un conductor. La sobrecorriente puede ser causada por una sobrecarga, un corto circuito o una falla a tierra

**Tablero.** Un panel o grupo de paneles individuales diseñados para constituir un solo panel; incluye barras, dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente y puede tener o no interruptores para controlar los circuitos de fuerza, iluminación o calefacción. Está diseñado para instalarse dentro de una caja o gabinete colocad, embutido o adosado a una pared o tabique y ser accesible sólo por el frente