



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

T E S I S

PROPUESTA DE LA INSTALACIÓN
ELÉCTRICA PARA UN EDIFICIO DE OFICINAS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO

P R E S E N T A

SIERRA LÓPEZ JUAN

DIRECTOR DE TESIS:

M.I. PATRICIA HONG CIRIÓN

CIUDAD UNIVERSITARIA 10/ABRIL/ 2014



AGRADECIMIENTOS

A MI MADRE
SARA LÓPEZ QUIROZ

A quien agradezco todo el apoyo a lo largo de mi carrera y de mi vida, por su compañía, por su amor incondicional, por su comprensión y cariño en todo momento, por creer en mí y por darme la maravillosa oportunidad de vivir y ser un profesionalista.

A mis hermanos por su presencia en tiempos difíciles, gracias por estar ahí.

Por todo el tiempo que compartimos juntos, siempre las llevo en mi corazón y son parte de mis pensamientos en cada instante de mi vida.

*A la Universidad Nacional Autónoma de México
A la Facultad de Ingeniería
A los profesores*

Índice General.

	Página
Introducción.....	5
Objetivos.....	8
1 Antecedentes.....	9
1.1 Sistemas eléctricos de potencia.....	10
1.2 Descripción del edificio.....	21
1.3 Parámetros generales de diseño.....	29
1.4 Alcance.....	36
1.5 Reglamentación.....	37
2 Análisis de Carga.....	38
2.1 Datos para el análisis.....	39
2.2 Planos.....	40
2.3 Estimación y censo de carga.....	41
2.4 Cuantificación de cargas.....	45
2.5 Reorganización de cargas.....	56
3 Cálculo de la Instalación Eléctrica.....	60
3.1 Introducción.....	61
3.2 Definiciones y términos empleados.....	61
3.3 Ecuaciones empleadas.....	69
3.4 Cálculos.....	131
3.5 Memorias de cálculo.....	174
4 Diseño de la Instalación Eléctrica.....	212
4.1 Esquema de distribución.....	213
4.2 Diseño de planos.....	213
4.3 Diagrama Unifilar.....	214
4.4 Subestación eléctrica.....	216
4.5 Sistema de tierras.....	218
4.6 Sistema de pararrayo.....	219

Índice General.

	Página
4.7 Alimentadores.....	220
4.8 Planos generales.....	221
5 Coordinación de protecciones.....	225
5.1 Introducción.....	226
5.2 Dispositivos de detección de fallas.....	227
5.3 Ubicación de las protecciones.....	228
5.4 Protecciones usadas.....	229
6 Descripción general de equipos.....	231
6.1 Introducción.....	232
6.2 Canalizaciones.....	232
6.3 Conductores.....	233
6.4 Lámparas y Luminarios.....	234
6.5 Contactos.....	235
6.6 Protecciones.....	235
6.7 Tableros.....	235
6.8 Planta de emergencia.....	237
6.9 Transformador.....	237
6.10 Subestación.....	238
6.11 Sistema de tierra y pararrayo.....	239
6.12 Soporte de canalizaciones y luminarios.....	239
6.13 Etiquetado y mantenimiento.....	239
7 Conclusiones.....	241
8 Bibliografía.....	243
9 Índice de Figuras.....	245
10 Índice de Tablas.....	247

Introducción.

En las grandes ciudades la necesidad de ahorrar espacio ha obligado la construcción de grandes centros de trabajo organizados en varios niveles uno tras otro. Estos edificios requieren de instalaciones adecuadas para el buen funcionamiento de los diferentes equipos instalados y permitir a todo un grupo de personas desarrollar sus actividades de manera continua, eficiente y segura. Existen una gran variedad de construcciones de un número diferente de pisos con funciones específicas, sin embargo el presente trabajo está enfocado al diseño de la instalación eléctrica de un edificio de oficinas administrativas de seis niveles con áreas de estacionamiento y sótano.

Es claro que al aumentar el tamaño del edificio la superficie de oficinas de trabajo también se incrementa y en consecuencia las instalaciones eléctricas, la importancia que adquiere el desarrollo del siguiente proyecto es relevante con respecto a como el sistema eléctrico se ajusta a este tipo de edificaciones sin tener que precisar un número de pisos o niveles.

Así mismo diferentes construcciones tienen actividades distintas, sin embargo para satisfacer las necesidades de la demanda de energía eléctrica se siguen disposiciones y lineamientos de carácter técnico que se establecen y que deben seguir toda clase de edificaciones.

Durante este trabajo el tema es fundamentalmente la instalación eléctrica necesaria para el suministro de la energía eléctrica a los diferentes equipos eléctricos que se instalen o son requeridos en el edificio a fin de mostrar la forma de realizar el diseño de la instalación eléctrica.

Además por el tamaño y complejidad de la instalación es indispensable utilizar análisis basados en los fundamentos de la electricidad y específicamente en circuitos trifásicos de corriente alterna. Se toma en cuenta los reglamentos establecidos en la norma oficial vigente en nuestro país la NOM-001-SEDE-2012.

Entre los puntos que lleva consigo la propuesta de este proyecto eléctrico podemos decir que es el diseño de: planos, circuitos derivados, alimentadores, alumbrado, receptáculos equipos de aire acondicionado, canalizaciones, tableros eléctricos, subestación, sistema de tierras, pararrayos y equipos de protección entre otros que se detallaran en el desarrollo de éste.

El diseño contempla la calidad del servicio eléctrico respetando los límites establecidos en aspectos como: flexibilidad para cambios futuros, confiabilidad, el porcentaje de caída de tensión, simplicidad de operación, seguridad y protecciones. El trabajo se resume y desarrolla en el siguiente orden:

En el primer capítulo se presenta una introducción a los sistemas eléctricos, desde su generación hasta los sistemas de distribución.

En el segundo capítulo se analiza las cargas en el inmueble y se hace una clasificación de ellas de acuerdo a sus características eléctricas especificadas en placas de datos. Los datos obtenidos en este análisis proporciona la cantidad de equipos que requieren el servicio eléctrico así como la carga total instalada.

En el tercer y cuarto capítulo se definen términos y procedimientos para realizar los cálculos que requiere el diseño de la instalación. Se dibujan planos eléctricos con la información obtenida y se especifican los puntos que hay que atender de la normatividad vigente.

En el quinto capítulo se incluye las condiciones de seguridad apropiadas para evitar accidentes a las personas y pérdidas de bienes materiales. Se describe la forma en que se protege la instalación y las personas.

En el sexto capítulo muestra un resumen de resultados con el fin de especificar y seleccionar los equipos eléctricos necesarios para llevar a cabo las obras eléctricas. Es importante mencionar que el buen desempeño de una instalación eléctrica debe considerar el uso de materiales aprobados y certificados por normas nacionales e internacionales.

Y finalmente el séptimo capítulo comentarios y conclusiones sobre los aspectos más importantes en el desarrollo del trabajo.

Objetivo General.

Describir los elementos que constituyen la instalación eléctrica en un edificio de oficinas de varios niveles para satisfacer la demanda de energía eléctrica y permitir su uso de manera confiable, segura y funcional.

Objetivo Particular.

Elaborar una propuesta de instalación eléctrica para un edificio de oficinas de acuerdo con la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2012.

CAPÍTULO 1
ANTECEDENTES.

1.1 Sistemas eléctricos de potencia.

A través del tiempo se han mejorado los sistemas eléctricos de potencia, tanto que en el momento actual de la tecnología no es posible encontrar sistemas eléctricos que operen en forma aislada y sencilla. Los factores económicos, ambientales y de confiabilidad en la operación determinan la complejidad del mismo.

Los elementos que integran un sistema eléctrico están interconectados entre sí de forma que permiten conseguir el objetivo deseado. Es posible representar en forma elemental las etapas principales que intervienen en el proceso de la generación de la energía eléctrica por diagramas de bloques como se muestra en la figura 1.1

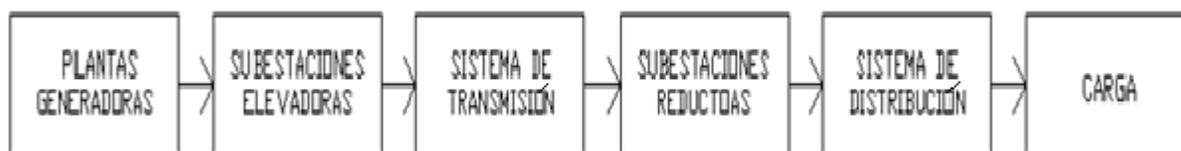


Figura 1.1 Representación esquemática de un sistema de energía eléctrica.

Plantas generadoras o centrales eléctricas. Son instaladas lejos de los centros de consumo y se conectan a estos a través de una red de alta tensión. En esta etapa inicial se encuentran los elementos necesarios para la producción de la energía que consta de una fuente de energía, un primotor, un generador, el control y la carga. En general toda la energía eléctrica se obtiene por medio de máquinas rotativas movidas por primotores a una velocidad determinada. Los sistemas de control mantiene la velocidad de las máquinas, así como la tensión entre los límites especificados a pesar de las variaciones de carga, con el fin de asegurar el balance generación-carga de manera que la frecuencia del sistema permanezca tan próxima como sea posible al valor nominal de la operación (en México 60Hz).

En la figura 1.2 se presenta un diagrama de generación.

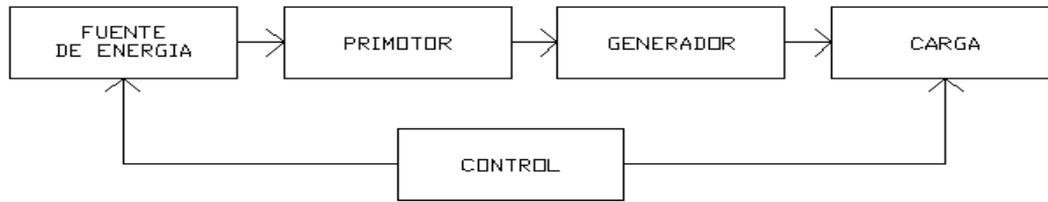


Figura 1.2 Diagrama de generación elemental.

Subestaciones elevadoras. Entendemos una subestación eléctrica como un conjunto de dispositivos eléctricos dentro del sistema eléctrico que tienen la función de modificar los parámetros eléctricos como es la corriente y la tensión. Se ubican junto a las plantas generadoras de electricidad. Este primer tipo de subestación tiene la función de elevar la tensión de salida de los generadores y permitir la transmisión en alta tensión mediante las líneas de transmisión.

Sistemas de transmisión o líneas de transmisión. Su función básica es la transmisión e interconexión de la mayor parte de los elementos de un sistema eléctrico de potencia. Podemos visualizar la línea de transmisión como el puente que lleva la energía eléctrica, desde la estación generadora hasta los centros de transformación a través de cientos de kilómetros. Las líneas de transmisión en México operan en los niveles de tensión de 400KV, 230KV y 115KV.

Subestaciones reductoras. Tienen la función inversa que las subestaciones elevadoras, es decir reducir la tensión a valores menores para la alimentación de los sistemas de subtransmisión o redes de distribución. Se dividen en primarias y secundarias.

Subestación reductora primaria: Son alimentadas directamente por líneas de transmisión, de manera que dependiendo de la tensión de transmisión se pueden tener tensiones de subtransmisión reducidas del orden de 115KV y 85 KV.

Subestaciones reductoras secundarias: Por lo general alimentadas de las redes de subtransmisión; suministran la energía eléctrica a las redes de distribución en media tensión comprendidas entre 34.5KV, 23KV, 13.8KV y 6.0 KV.

Sistemas de distribución. Son líneas que unen las subestaciones reductoras secundarias con la carga, y son las encargadas de llevar la energía eléctrica al consumidor final. Éstas abarcan el rango de tensión de 127V a 35KV. Se dividen en sistemas de distribución en media tensión y baja tensión, figura 1.3.

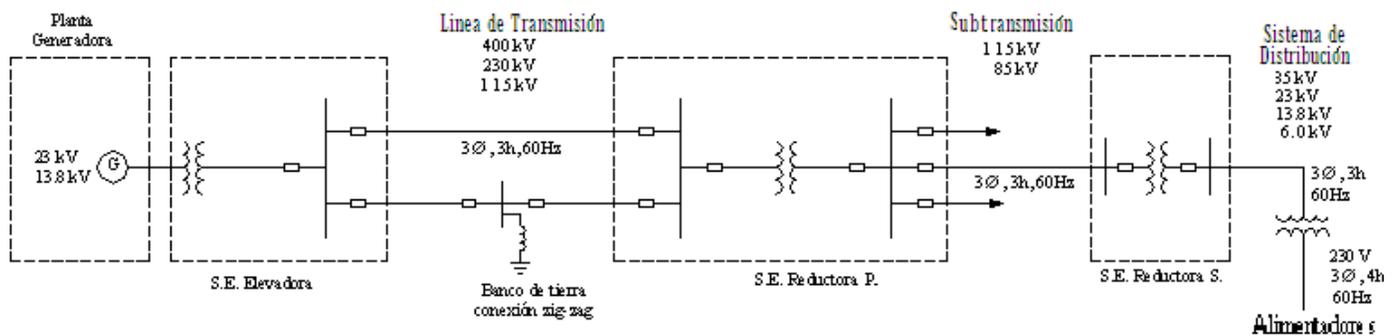


Figura 1.3 Diagrama elemental de un sistema eléctrico de potencia.

Sistemas de distribución en Media Tensión. Hay diversas disposiciones o arreglos que los sistemas de distribución pueden adoptar, ya sea que la distribución se haga con líneas aéreas, subterráneas o mixtas. Estos arreglos son designados como la estructura del sistema y básicamente son:

Estructura radial. (Radial simple y anillo)

Estructura en paralelo. (Anillo, doble derivación, malla, etc.)

Las estructuras de un sistema de distribución en tensión media son arreglos que están enfocados a la confiabilidad en la entrega del flujo de energía; se parte de una configuración básica con la confiabilidad mínima necesaria y a partir de ahí los sistemas se vuelven más complejos y por ende su operación. Todas deben ser seguras y funcionales. A continuación se describe brevemente cada una.

Radial. Arreglo formada con cables que salen en una sola dirección de la fuente o subestación eléctrica a una carga. Es económica y sencilla de operar, figura 1.4.

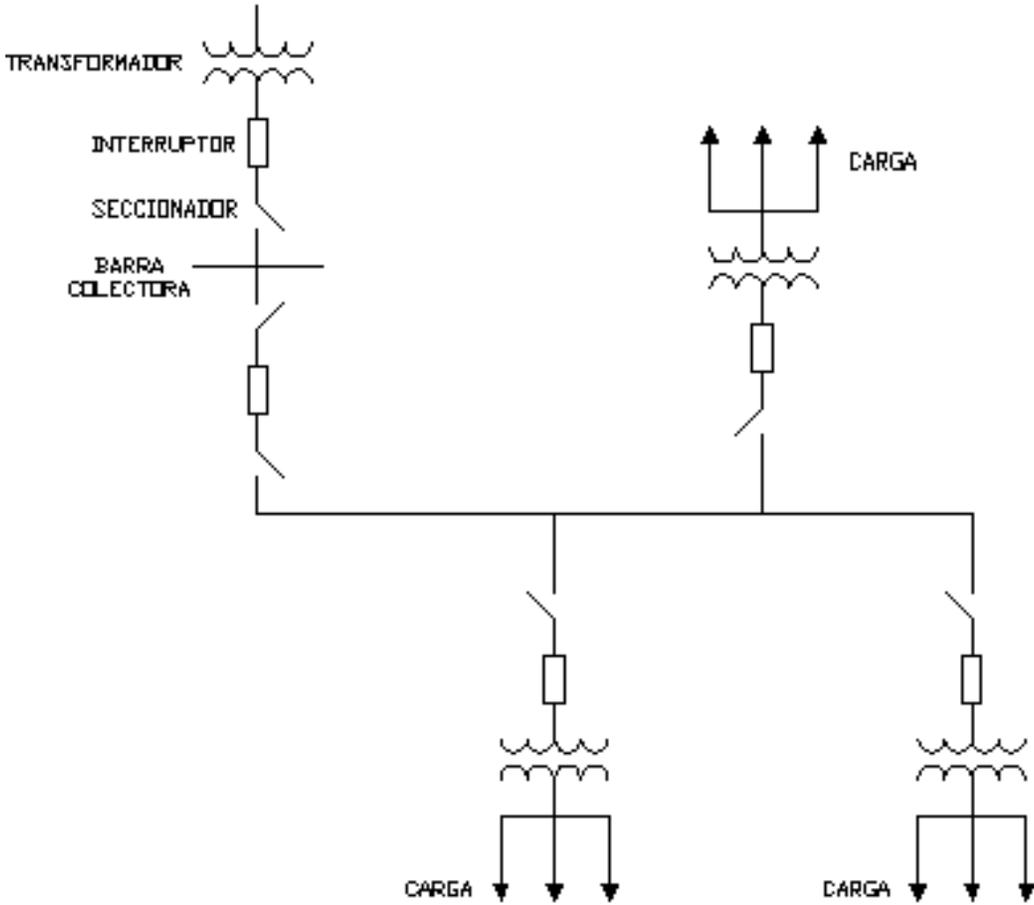


Figura 1.4 Estructura radial.

Paralelo. Arreglo formado con cables que salen en varias direcciones de la fuente o varias fuentes hacia la carga. Es más costosa y más compleja de operar, figura 1.5.

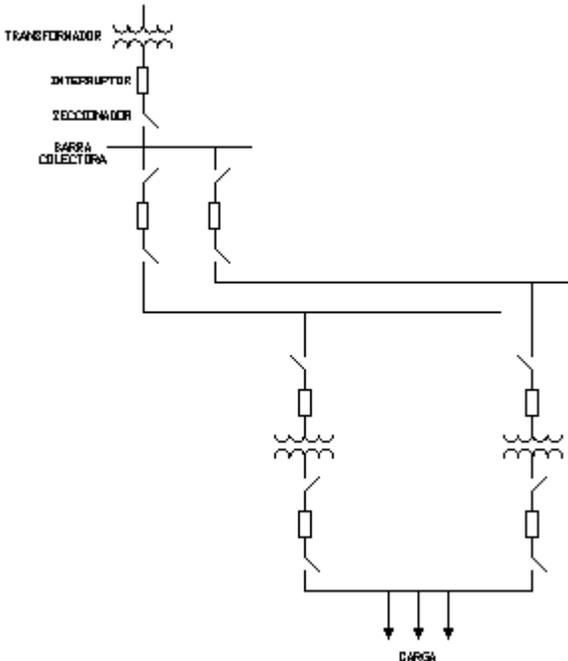


Figura 1.5 Estructura en paralelo.

Anillo. Es una configuración circular formada por cables que son alimentados de una o dos fuentes. Se tiene un punto abierto en unos casos y en otros no, figura 1.6.

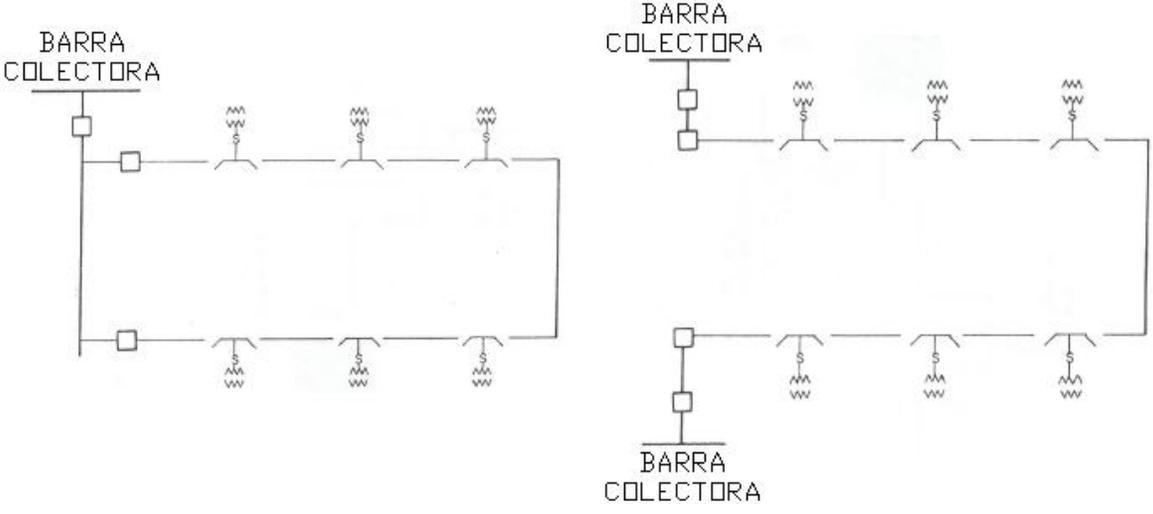


Figura 1.6 Estructura en anillo (radial y paralelo).

Doble Derivación. Es una disposición de dos grupos de cables alimentados de dos fuentes de energía distintas. El funcionamiento de esta estructura es por medio de uno de los alimentadores ya sea el preferente o el emergente por medio de una transferencia manual o automática, atendiendo el principio de cambio de alimentación. Hay una variante que opera bajo el mismo principio que es la “derivación múltiple”, pero su complejidad aumenta lógicamente, figura 1.7.

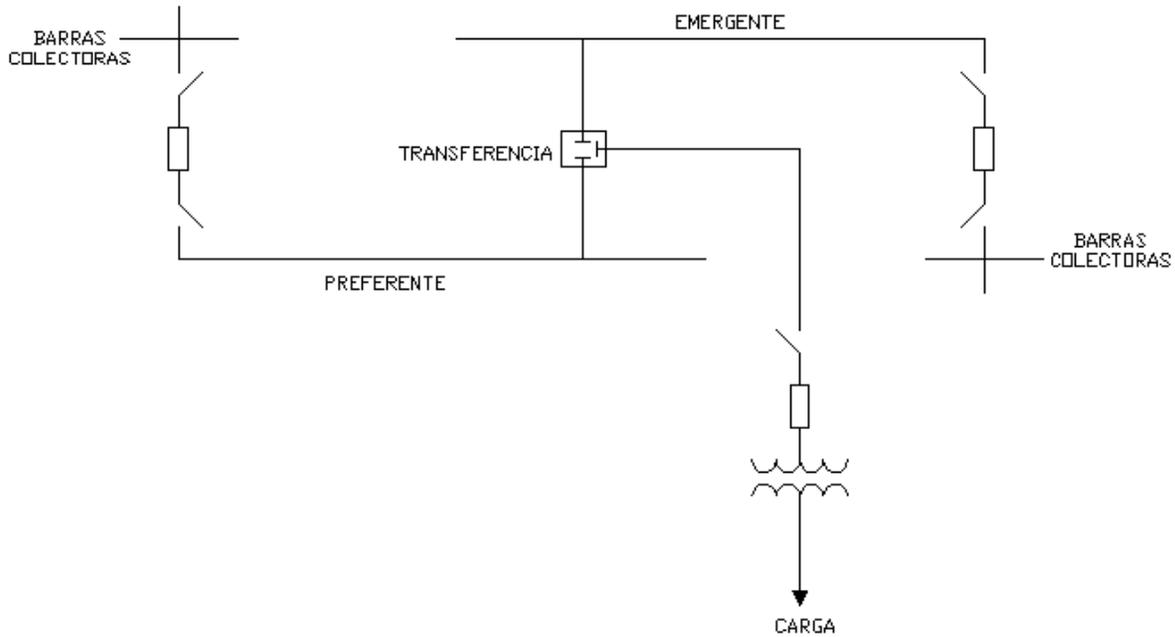


Figura 1.7 Estructura en doble derivación.

Malla. Es un arreglo formado por un conjunto de configuraciones en anillo, ligados radialmente con alimentadores de las diferentes subestaciones.

Los principales elementos que forman parte de un sistema de distribución en media tensión son:

Líneas Primarias. Tienen la función de llevar la energía desde las subestaciones secundarias hasta los transformadores de distribución. Estos conductores son

soportados en postes cuando se trata de instalaciones aéreas, y en ductos o aun directamente enterrados cuando se trata de instalaciones subterráneas, figura 1.8.

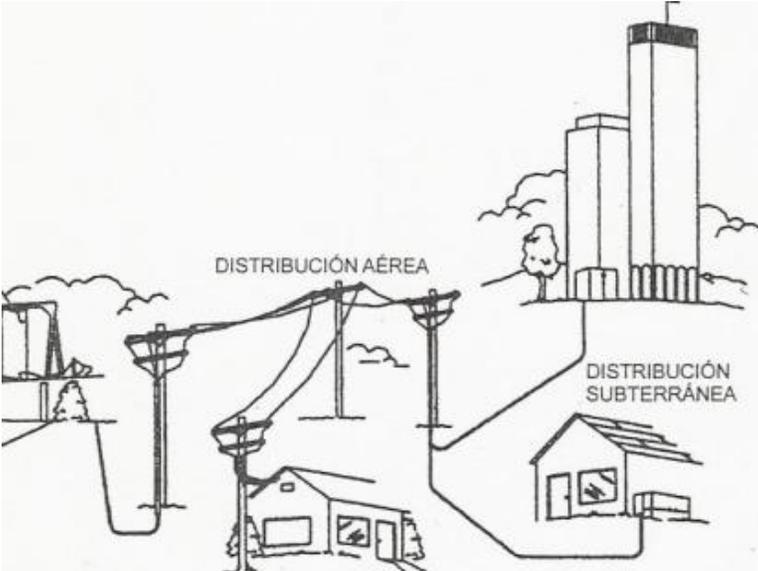


Figura 1.8 Líneas primarias.

Transformadores de distribución. Son máquinas estáticas con el objetivo de cambiar la tensión primaria a un valor menor, de tal manera que el usuario pueda utilizarla sin necesidad de equipos e instalaciones costosas y peligrosas. Dependiendo de las necesidades del cliente pueden ser instalados en poste, bóveda, en pedestal o internamente en las instalaciones del usuario, figura 1.9.

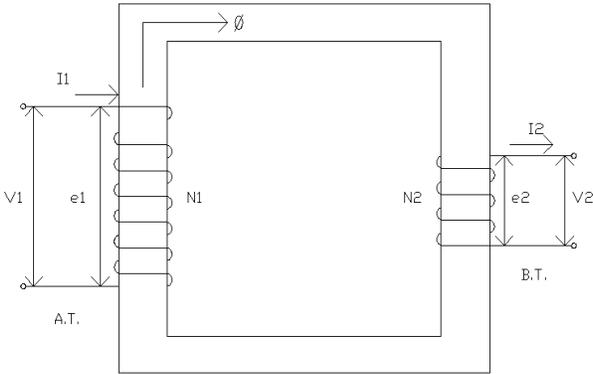


Figura 1.9 Diagrama del Transformador

Al aplicar una tensión alterna V_1 al devanado primario, circula por éste una corriente I_1 que produce un flujo magnético alterno. Este flujo, viaja a través del núcleo, enlaza al devanado secundario induciendo en este una tensión V_2 que puede ser aprovechada conectándole una carga que demandará una corriente I_2 .

En conjunto con el transformador y otros dispositivos como cuchillas, apartarrayos, interruptores, cortacircuitos fusibles, terminales de enchufe, barras de cobre, aisladores, soportaría y herraje entre otros, constituyen lo que se denomina la subestación eléctrica de distribución o subestación eléctrica en media tensión.

Líneas secundarias. Estas líneas distribuyen la energía desde los transformadores de distribución hasta las acometidas a los usuarios. Es importante mencionar que estas líneas secundarias para consumidores de grandes cargas se encuentran después de la acometida, ya que reciben alimentación en media tensión.

Acometida y equipos de medición. Ambos, la acometida y el equipo de medición, son las partes que ligan al sistema eléctrico de la empresa suministradora con el usuario. La acometida se puede proporcionar en media o baja tensión, dependiendo de la magnitud de la carga del cliente. La medición se puede hacer igualmente en baja o media tensión dependiendo del tipo de acometida y la demanda.

Otros elementos secundarios que componen una red de distribución son: cuchillas, reactores, interruptores, fusibles, restauradores y seccionadores entre otros.

Sistemas de distribución en baja tensión. En esencia son las mismas estructuras que en media tensión: radial y paralelo, sin embargo la confiabilidad depende en muchos casos en el factor económico del usuario. Es obligación del proyectista puntualizar y advertir a los dueños los riesgos de la ausencia de un determinado dispositivo eléctrico.

Radial simple. Es un arreglo de cables que salen del secundario del transformador en una sola dirección y alimentan una carga específica. Estos alimentadores son protegidos a la salida del transformador. La desventaja es que una falla en el transformador afectará la continuidad del servicio.

Radial con amarres. Esta red es similar a la anterior, pero en este caso se puede transferir por medio de equipos de seccionamiento parte o toda la carga alimentada por la subestación eléctrica en media tensión, ya sea por falla, desbalance o simplemente por mantenimiento.

Red mallada. Es un arreglo de alimentadores de baja tensión que se encuentran interconectados formando una malla.

Elegir una estructura ya sea baja o media tensión depende en gran parte de la densidad y el tipo de carga, así como de la continuidad y regulación del servicio.

Es importante que la red de distribución se diseñe de tal manera que pueda ser ampliada, con pocos cambios en las construcciones existentes tomando en cuenta ciertos factores económicos con la finalidad de asegurar un servicio adecuado y continuo para la carga presente y futura.

Es por medio de este sistema de distribución que se hace posible la utilización de la energía eléctrica en los centros urbanos, rurales, agrícolas, comerciales e industriales en sus diversas formas, para satisfacer las necesidades de alumbrado, fuerza motriz, calor, refrigeración, etc.

Sistema de alimentación a grandes edificios. En grandes construcciones con actividades comerciales o residenciales con gran carga y en donde la demanda de energía es elevada la compañía suministradora alimenta a los usuarios o consumidores por medio de cables subterráneos o línea aérea en media tensión.

Es necesario realizar un estudio de la carga instalada (alumbrado, contactos y fuerza motriz) para estimar la demanda de la instalación y con ello definir el diseño final de la red eléctrica de alimentación. Existen otros factores que son considerados para el cálculo de la demanda que son mencionados mas adelante. Una vez que el estudio técnico y económico han sido desarrollados se elige una de las alternativas de alimentación al edificio. Las estructuras para este tipo de construcciones son:

Radial

Anillo Abierto

Secundario Selectivo

Primario selectivo

Mancha de Red

En esencia estas estructuras caen dentro de las ya explicadas anteriormente (radial y paralelo) y la forma básica del arreglo ha sido presentado antes, pero es importante mencionar que en el sistema de distribución al edificio en media tensión, la estructura radial requiere de una sola acometida o alimentador mientras que para los demás casos requeriría de dos.

El sistema de distribución interna en baja tensión del edificio dependerá sobre todo de las características de la carga conectada, la arquitectura del edificio, el grado de confiabilidad y la calidad que se requiera. Por las actividades que se realizan en el interior de la instalación se requiere de protección a personas e inmuebles y en ocasiones de proveer generación local por medio de plantas generadoras de emergencia y que forman parte del sistema de alimentación.

Generalmente la distribución interna se realiza en forma radial, es decir desde la salida en baja tensión del transformador hasta el punto de la carga conectada. Sin embargo como se ha mencionado muchas de estos edificios requieren en baja tensión garantizar la continuidad independientemente de la red de suministro por lo

que utilizan una estructura de doble derivación en baja tensión, es decir algunos puntos de la instalación en baja tensión operan con dos fuentes distintas de energía, un alimentador en energía normal (preferente) y un alimentador de energía de emergencia (emergente) siendo el equipo de transferencia el que decide el cambio de alimentación en momentos específicos, figura 1.10.

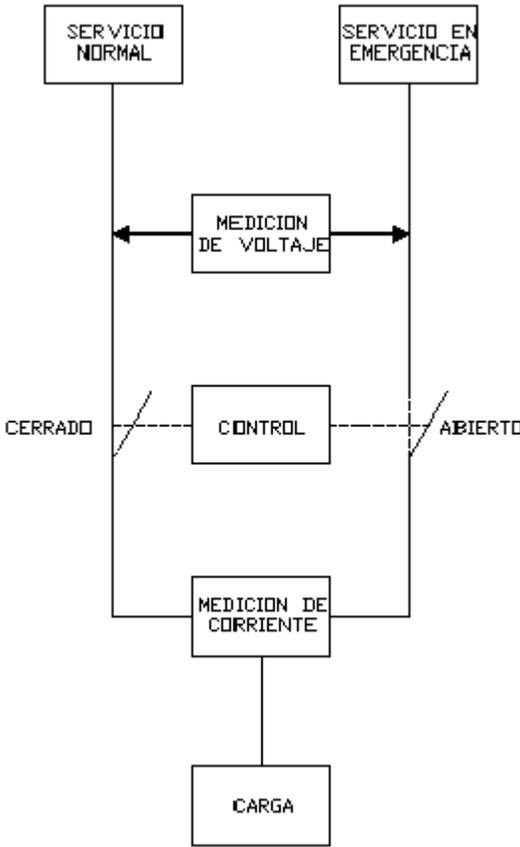


Figura 1.10 Diagrama de un equipo de transferencia.

En un edificio, para un adecuado funcionamiento, existen diversas instalaciones como son: eléctricas, hidráulicas, gas, aire, sanitarias, etc., sin embargo el conjunto de elementos que conforman el sistema de distribución externo en media tensión (a partir del punto de acometida) e interno en baja tensión corresponde exclusivamente a las instalaciones eléctricas que es el tema central de este trabajo.

1.2 Descripción del edificio.

Se ha considerado una base específica para el desarrollo de este proyecto y como se trata de una propuesta de remodelación, la mayoría de los servicios existentes permanecerán en el mismo sitio que tenían originalmente. Las áreas que requieren cambios sustanciales son incluidos como propuesta dentro del proyecto que aunados con el alcance que se delimitó nos permite satisfacer la mayor parte de sus necesidades actuales y a futuro. Aunque los diferentes equipos eléctricos en el edificio son existentes algunos de ellos se propone sustituirlos por un equivalente con un mejor desempeño según las últimas tecnologías y los resultados de análisis efectuados.

1.2.1 Ubicación del edificio.

Nuestra base es el Edificio de Oficinas Administrativas que se ubica en la calle Blvd. Adolfo López Mateos, Col. Los Alpes Del. Álvaro Obregón, C.P. 01010 México, D.F, figura 1.11.

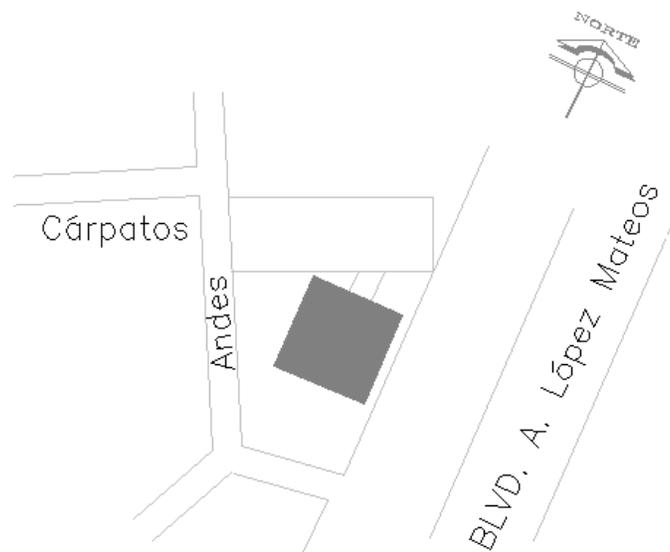


Figura 1.11 Croquis de localización.

1.2.2 Descripción de las áreas de trabajo.

El edificio se compone de 6 niveles de oficinas, una planta baja con 2 estacionamientos, un sótano y una azotea.

El sótano se puede dividir en dos partes, las cuales están separadas por algunos metros; una zona es utilizada como un archivo y cuenta con algunas luminarias para lámparas fluorescentes y dos contactos de servicio normal y uno de servicio regulado; la otra pertenece al taller de mantenimiento del edificio, está ubicada junto a las escaleras, en donde también existen luminarias para lámparas fluorescentes y contactos monofásicos para servicio y algunos electrodomésticos; en este taller están ubicados dos motores de 1 CP para el bombeo de agua del edificio, ambos trifásicos.

El siguiente nivel pertenece a la planta baja, en donde se ubica la recepción en la entrada del edificio, también cuenta con una caseta de vigilancia, por la parte de afuera hay 2 estacionamientos uno de ellos techado y el otro con elevadores de autos; en la parte de atrás del edificio está el cuarto de conmutador, la planta de emergencia y la subestación eléctrica. En este nivel se tiene una cantidad considerable de luminarias para lámparas de diferentes tipos (halógenas y fluorescentes), las cuales son arbotantes, empotradas y de sobreponer. En el interior de la planta baja hay contactos de servicio normal para escáneres, impresoras y multifuncionales, también hay una mini bomba en la entrada del edificio para la fuente y contactos de servicio regulados para las diferentes computadoras que se utilizan en la recepción y el archivo, así como para el reloj checador y los equipos instalados en el cuarto de conmutador. En la parte exterior de la Planta Baja, en el estacionamiento 2 están los elevadores de los autos, los cuales cuentan con un motor hidráulico cada uno; también a la entrada del estacionamiento esta el motor de la cortina eléctrica, y en las casetas de vigilancia de dicho estacionamiento se tienen contactos de servicio normal.

El primer nivel es de oficinas, las cuales están separadas por cubículos. Se tienen una cantidad considerable de luminarias para lámparas de diferentes tipos (halógenas y fluorescentes), arbotantes, empotradas y de sobreponer; hay una carga considerable de equipos como computadoras, escáneres, impresoras y multifuncionales, por lo que hay contactos de servicio normal y servicio regulado, algunos instalados en las paredes de los cubículos, otros sobre el piso y otros más en los muebles ubicados en el centro del nivel, fuera de los cubículos. Hay equipos de aire acondicionado instalados en cada uno de los cubículos y uno de mayor capacidad instalado fuera de ellos.

El segundo nivel es muy parecido al anterior, además hay pequeños cuartos de sanitarios que cuentan en su interior con extractores; cabe mencionar que en este nivel está ubicado el cuarto del SITE, en donde se ubican los UPS y algunos rack con equipos de comunicación y energía regulada. En este nivel también hay equipos de aire acondicionado en cada uno de los cubículos incluyendo el SITE.

El tercer nivel es muy parecido al primero en arquitectura y los equipos eléctricos utilizados.

En el cuarto nivel la configuración cambia ya que en este nivel además de las oficinas distribuidas en todo el nivel sobre el perímetro, está la sala de capacitación, el comedor y una sala de juntas que incluye una pequeña cocina. En este nivel la mayoría del alumbrado está compuesto por luminarias empotradas en plafón, aunque también hay lámparas halógenas y de tipo compactas. Los contactos son de servicio normal para los equipos del comedor (refrigeradores, hornos de microondas, máquinas de golosinas, despachador de agua); también hay contactos de servicio regulado para las computadoras que están en las oficinas de ese nivel. En el comedor y en los cubículos de las oficinas se tienen equipos de aire acondicionado.

El quinto nivel tiene cubículos distribuidos por todo el nivel. En este nivel el alumbrado es fluorescente empotrado en plafón y con mas cantidad de lámparas halógenas e incandescentes. Al ser un nivel con oficinas también cuenta con contactos de servicio normal y servicio regulado, los cubículos tienen sus sistemas de aire acondicionado. También hay una mini bomba para una fuente que decora la entrada.

El sexto nivel regresa a la configuración de cubículos alrededor del nivel y con escritorios en el centro, en este lugar el alumbrado no cambia a lo anterior puesto que son luminarias fluorescentes empotradas en plafón con lámparas halógenas en los pasillos perimetrales; pero cuenta con una cantidad mayor de contactos tanto de servicio regulado como de servicio normal, dado que este nivel es exclusivo para la gente de sistemas del edificio. En este nivel cada cubículo cuenta con mini split y para la zona central del nivel se tiene uno de mayor capacidad.

En el último nivel, la Azotea se tiene el cuarto del motor del elevador, el cual es un trifásico de 9 CP, así como también los equipos complementarios del aire acondicionado.

A toda la descripción anterior se le adiciona que en las escaleras, ubicadas a un costado del elevador, hay lámparas fluorescentes sobrepuestas en cada uno de los descansos entre cada nivel, también entre cada nivel hay un cuarto de aseo y un sanitario los cuales en su interior tienen una lámpara incandescente y una lámpara fluorescente empotrada en plafón, respectivamente. El área de cada piso se muestra en la tabla T1.1

Superficie de los Diferentes Niveles	
Piso	Area Promedio en m²
Sotano	55
Planta Baja	250
1er Nivel	225
2do Nivel	225
3er Nivel	225
4to Nivel	225
5to Nivel	225
6to Nivel	225
Azotea	225
Total	1880

Tabla T1.1 Superficie en el edificio.

1.2.3 Instalación Eléctrica Actual.

En México la empresa encargada de la distribución de la energía eléctrica en media y baja tensión es la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y es quien proporciona actualmente al edificio de oficinas la electricidad. Es tarea de la compañía suministradora cuidar aspectos como la continuidad, calidad del servicio y la confiabilidad en el punto de acometida.

La instalación eléctrica actual está conformada por una acometida aérea soportada por un poste, donde se encuentra la transición aérea-subterránea integrada por tres fusibles cortacircuitos, juego de apartarrayos, terminales de enchufe y tres cables para 23 KV, los elementos de soporte y tubos de protección. Sigue una trayectoria subterránea que desemboca en la subestación receptora, integrada por un grupo de gabinetes en media tensión, para servicio en intemperie y un transformador de 112.5KVA, en 23KV/220-127V, 3F-4H, 60Hz. Siguiendo la trayectoria hasta el equipo de medición en baja tensión para después pasar a un interruptor general del cual continua la trayectoria hasta un juego de barras de cobre instaladas en un gabinete metálico. Es a partir de este punto donde se hacen las derivaciones a las distintas cargas de los diferentes niveles utilizando canalizaciones del tipo pared delgada galvanizada. En cada nivel se encuentra un centro de carga que en la mayoría de los casos se encuentra saturado, da servicio a alumbrado, contactos y algunos equipos de aire acondicionado y motores. Las luminarias en los diferentes niveles por su antigüedad han sufrido de daños físicos, algunas lámparas ya no encienden otras parpadean o el tono de su luz ha pasado a un color rosado. Los receptáculos por el tiempo que llevan trabajando se han deteriorado, algunos ya no están fijos o se encuentran sin tapa y muchos más sin tierra de seguridad. Los equipos de aire acondicionado no cuentan con adecuada instalación a la intemperie, algunos de ellos ya no funcionan y muchos de ellos son de baja eficiencia. Las canalizaciones en general no se encuentran bien soportadas por lo que ocasionan daños a plafones o ductos de aire contiguos.

El edificio cuenta con instalaciones eléctricas que fueron contempladas en su organización original, sin embargo el continuo aumento y la adición de nuevos equipos que demandan energía eléctrica ha saturado el sistema original, ocasionando fallas en el mismo y afectando al mobiliario interno que tiene un costo considerable. A raíz de eso se realizaron cambios provisionales en la instalación empeorando aún más el servicio. Tales modificaciones no fueron realizadas por personal calificado por lo que las instalaciones eléctricas en general se encuentran dañadas y en mal estado. Existe una serie de irregularidades con respecto a la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012. Tales irregularidades abarcan desde un inadecuado aterrizaje de gabinetes metálicos, cables sin canalizar, ausencia de letreros de advertencia, conductores sin protección, equipos generales sin protección, luminarias dañadas, ausencia de placas de especificación de capacidades, uso de tubos del tipo pared delgada galvanizada en áreas expuestas a la intemperie, la subestación carece de cuchillas desconectadoras sin carga, se tiene una planta de emergencia, pero el sistema de transferencia no es adecuado para los interrupciones imprevistas de energía y un transformador sobrecargado entre otras.



Figura 1.12 Ejemplo de irregularidades.

Todo en conjunto tiene como consecuencia que la operación y mantenimiento de las instalaciones eleven su costo ocasionando perdidas económicas para el usuario. Por tal motivo y en base a lo anterior es necesario realizar una propuesta de proyecto de instalación eléctrica que abarque aspectos elementales de diseño como son : seguridad, confiabilidad, continuidad, etc. Sin embargo antes de comenzar con los análisis y diseños es importante especificar algunos datos de los que se partirá y los cuales serán una base en el transcurso de todo el trabajo.

1.3 Parámetros Generales de Diseño.

En toda instalación eléctrica es importante definir los parámetros iniciales de diseño, que son la base hasta completar el proyecto, se menciona a continuación:

1.3.1 Aspectos básicos para el diseño de la instalación eléctrica.

Tanto el usuario como el ingeniero sientan las bases de la instalación eléctrica, esto permitirá acotar técnica y económicamente su implementación futura.

Seguridad: Debe ser seguro para el personal que labora en ella así como de su infraestructura, por lo que se tuvieron presente mecanismos de protección a personas, equipos y la edificación misma.

Confiabilidad: Debe permitir continuidad en el servicio y evitar fallas, ya que las actividades que se desarrollen en el interior de la misma se ven afectadas por la ausencia de la energía, por lo que se consideraron fuentes distintas de energía.

Simplicidad de Operación: La operación y suministro de la energía debe ser lo más práctico posible de modo que se optará por lo más conveniente y sencilla.

Mantenimiento: Ya que las instalaciones requieren de supervisión, es indispensable tomar en cuenta espacios para que el personal pueda acceder de forma segura.

Ampliación Futura: Es importante considerar aumentos en carga por lo que se debe prever el soporte de tal crecimiento.

Medio Ambiente: El uso de nuevas tecnologías que permita ayudar en lo más posible la protección del hábitat de las personas.

Costos iniciales: Implica la selección de equipo adecuado en términos económicos.

Legalidad: Implica tener presente los requerimientos de las normas.

1.3.2 Especificaciones para el diseño eléctrico.

Una vez que se tiene la estructura base de lo que el usuario requiere es necesario especificar algunos datos para dar inicio al proyecto y que son requeridos en el transcurso de este trabajo proporcionando un margen de acción a la hora de plantear propuestas, si bien esta información no la define el usuario, sí es inherente al edificio mismo y a la forma en que las instalaciones están destinadas al uso de la energía eléctrica, por lo que es indispensable hacérselas saber ya que afectan directamente su instalación. Estas especificaciones guían al proyecto en sí y se deben tener presente ya que son resultado de una investigación de campo o datos fijos producto de la normatividad vigente en nuestro país,

a) Consideración de Normas.

-NOM-001-SEDE-2012

(Norma Oficial Mexicana de Instalaciones Eléctricas)

-NOM-007-ENER-2004

(Norma Oficial Mexicana de Eficiencia Energética para Sistemas de Alumbrado en Edificios no Residenciales.)

-NOM-025-STPS-2008

(Norma Oficial Mexicana de Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo)

-NMX-J-549-ANCE-2005

(Sistemas de Protección Contra Tormentas Eléctricas)

-NMX-J-136-ANCE-2007

(Abreviaturas y Símbolos para Diagramas, Planos y Equipos Eléctricos)

-IEEE

(Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos)

b) Consideraciones para el Diseño de Planos.

Estos se realizarán por medio del programa de dibujo Auto CAD, versión 2010 o superior. Los dibujos se elaborarán con base a la información proporcionada por el usuario y se detallarán de acuerdo a las especificaciones y dibujos que el fabricante proporcione para su correcta y completa interpretación. La representación de equipos eléctricos, luminarias, contactos, rutas de conduit, etc. es esquemática por lo que no es exacta su localización, a menos que se acoten o se indiquen coordenadas. Las acotaciones se harán en metros y las redacciones necesarias en español. Los planos se realizarán usando estándares y detalles de dibujo definidos por el usuario. En cualquier caso el conjunto de planos y documentos mantendrán congruencia y permitirán describir los sistemas eléctricos de manera simple, clara y suficiente para que con base en ellos se pueda lograr una correcta construcción y la supervisión de la misma. Cuando se desarrollen diagramas unifilares eléctricos se definirá la simbología utilizada en él.

c) Consideraciones para el diseño del sistema de distribución.

Para empezar a integrar el sistema se especificarán condiciones iniciales vigentes en el país o que son propias del inmueble.

Tipo de Carga. El tipo de carga entra en el campo “Comercial”.

Ubicación Geográfica. México Distrito Federal, por lo que el valor de temperatura (25°C) y altitud (2300m sobre el nivel del mar) deben considerarse a la hora de realizar cálculos o selección de equipos.

Calidad del Servicio. Es importante que el suministro de energía se encuentre dentro de límites aceptables que permita un desempeño normal a los diferentes equipos en el edificio. Abarca la regulación de tensión, frecuencia, forma de onda y continuidad

Tipo de áreas: Las diferentes zonas del edificio requieren equipos con clasificación Nema1, sin embargo donde lo requiera se utilizara un grado mayor de protección, como es el caso del Nema 3R u otro.

La designación Nema 1, establece que un gabinete de uso interior debe proporcionar protección contra contactos accidentales por parte del usuario y evitar la acumulación de polvo. El Nema 3R tiene el mismo principio pero su carácter es además exterior y evita un mayor número de condiciones ambientales.

Tensiones. Las características eléctricas de la acometida están definidas por la compañía suministradora y en el interior conforme lo señala la sección 110-4 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012.

Tensión de suministro: 23KV, 3F-3H, 60Hz.

Tensión para equipos: 220-127V, 3F-4H, 60Hz.

Caída de tensión. En los diferentes puntos del sistema deben cumplir con lo indicado en de la nota 2 de la sección 215-2 de la norma: NOM-001-SEDE-2012. Esto es, la caída de tensión global desde el medio de desconexión principal hasta la salida más alejada de la instalación, considerando alimentadores y circuitos derivados, no debe exceder del 5%; dicha caída de tensión se debe distribuir razonablemente en el circuito derivado y en el circuito alimentador, procurando que en cualquiera de ellos la caída de tensión, no sea mayor de 3%.

Valores de corriente de corto circuito. Los valores de la potencia de corto circuito en el punto donde se recibe la energía son proporcionados por la compañía de suministro y con estos datos se calcula los valores de las corrientes de falla a partir ahí. Estos valores se considerarán para determinar las capacidades interruptivas y momentáneas de los componentes del sistema.

Ubicación de equipos de distribución. Los diferentes equipos en la cascada de distribución requieren de áreas exclusivas y se tienen que ceder para estos fines, lamentablemente son espacios muertos dentro de las áreas de trabajo del edificio. Por la arquitectura del edificio se ubicarán lo más cerca del punto promedio de las cargas, para que sea sencillo alimentarlos y que disponga del espacio necesario sin ser un área peligrosa.

Sistema de distribución preliminar. El arreglo del sistema de distribución en media tensión es un sistema radial simple y es proporcionado por la compañía de suministro, en cuanto al sistema de distribución en baja tensión de acuerdo a las necesidades indicadas por el usuario será en doble derivación. El sistema de baja tensión deberá estar sólidamente aterrizado. La transferencia automática entre la fuente de energía normal y de emergencia, deberá contener un bloqueo en caso de falla en el bus de la energía normal.

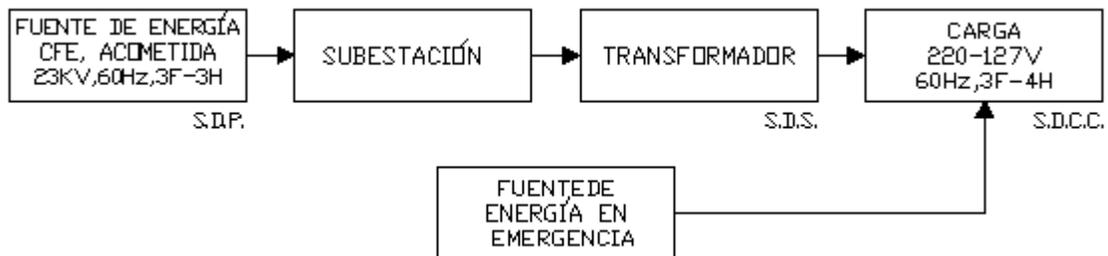


Figura 1.13 Diagrama de bloques de la distribución.

Esencialmente se opta por el arreglo de la figura 1.13 atendiendo los aspectos básicos de diseño como la simplicidad de operación y el costo. Para la continuidad se considera la planta de emergencia en paralelo con la fuente, en cuanto a la confiabilidad, operando normalmente la disposición no presenta interrupción.

Seguridad en el sistema de distribución. Un aspecto fundamental es la seguridad por lo que la protección de personas e inmuebles requiere dotar a la instalación de una estructura que permita garantizar de forma continua este principio. Tal estructura debe ser de forma paralela a toda la red que maneja la energía eléctrica para que en determinado punto se cuente con un circuito de protección. La base de esta estructura está formada por:

- ❖ Sistema de tierras. Los requisitos definidos por la NOM-001-SEDE-2012 indican la necesidad de un conductor de puesta a tierra para equipos eléctricos, Art. 250. En consecuencia se utilizará un conductor de puesta a tierra de equipos en la canalización de los circuitos. Para el caso de la subestación se necesita de una malla de tierras (IEEE 80 del “IEEE Guide for Safety”).
- ❖ Sistema de pararrayos. La protección del edificio y las instalaciones en general contra las acciones del rayo y sus efectos térmicos y dinámicos se realizaran por medio de un pararrayos, dicho sistema estará conforme a lo establecido en la NMX-J-549-ANCE-2005.

Subestación eléctrica en media tensión. Los elementos que conforman la subestación serán alojados en gabinetes metálicos blindados y se requerirá un área exclusiva para este fin. El medio de extinción del arco será aire o vacío. Las especificaciones para ella contemplan:

- Instalación Interior.
- Subestación Compacta Nema 1
- Capacidad: 23KV, 3F-3H, 60Hz.
- Condiciones Ambientales: 2300msnm, 25 °C
- Número de transformadores en servicio: 1

Motores. Los motores son del tipo inducción jaula de ardilla con diferentes capacidades no mayores a 30CP, se alimentan en 220-127V, 3F,2F o 1F según sea el caso y cuentan con protección local todos aquellos que no están en un tablero de control o CCM.

Desbalance de carga. Por ser circuitos trifásicos y para evitar que el sistema se desbalance se considerará un margen de 5% entre fases.

1.4 Alcance.

El proyecto abarca el diseño, cálculo, especificación y selección de los sistemas necesarios para proporcionar el servicio de energía eléctrica a los diferentes equipos en el interior del edificio en baja y media tensión, incluye:

- a) Iluminación.
- b) Contactos o receptáculos (normales y regulados).
- c) Fuerza motriz (aire acondicionado, hidroneumáticos, motores)
- d) Conductores para circuitos derivados.
- e) Conductores de alimentación.
- f) Protecciones a circuitos derivados y alimentadores.
- g) Canalizaciones a circuitos derivados y alimentadores.
- h) Corriente y potencia de corto circuito.
- i) Sistema de tierras.
- j) Sistema de pararrayos.
- k) Tableros generales y derivados de distribución
- l) Subestación eléctrica.
- m) Adecuación y dimensionamiento de los cuartos eléctricos.
- n) Soportes y fijación de equipo.

1.5 Reglamentación.

Como ya se menciona el diseño de la instalación eléctrica en el presente proyecto está de acuerdo con los códigos, reglamentos y normas en la república mexicana, sin embargo es importante mencionar que se atiende la reciente actualización y modificación de la NOM-001-SEDE-2012 (Norma Oficial Mexicana Relativa a las Instalaciones Destinadas al Suministro y Uso de la Energía Eléctrica) expedida por la Secretaría de Energía, publicadas en el Diario Oficial de la Federación.

CAPÍTULO 2

ANÁLISIS DE CARGA.

2.1 Datos para el análisis.

De la información recopilada es importante el número de niveles a alimentar, la carga de cada uno de ellos y su demanda. Además de los datos de placa de los diferentes equipos como son el voltaje, la frecuencia, el número de fases y su ubicación dentro del edificio. Ésta estará organizada en una tabla que muestre:

- a) Los equipos instalados
- b) La carga en [W] o [VA]
- c) La corriente en [A] y el voltaje en [V]
- d) La carga demandada y el número de fases.

Junto con esta lista se encuentra el conjunto de planos arquitectónicos que muestre las vistas de planta de los distintos niveles, donde este marcado de forma esquemática los elementos de la lista antes mencionada, con la finalidad de que posteriormente se pueda saber a que zona de tableros será asignada, balancear las fases y calcular la carga máxima en cada centro de carga.

Dentro de los datos solicitados se requiere conocer si hay áreas disponibles para alojar los diferentes equipos eléctricos. En particular hablamos de los tableros de distribución y de la subestación transformadora. Aunque en este momento no podemos decir las dimensiones exactas, si debe quedar claro que dichas áreas deben tener el espacio suficiente para que los equipos quepan y permita el tránsito de personal y otros equipos. Es posible que con experiencia se pueda dar un área aproximada al usuario, pero para los fines de este trabajo se limitara al dimensionamiento final.

2.2 Planos.

El edificio cuenta con diferentes áreas de trabajo en las que se requiere de proyectar la instalación eléctrica, así como los diferentes elementos que lo constituyen, éstas son:

- a) Oficinas.
- d) Bodegas.
- c) Sótano.
- d) Estacionamiento.
- e) Baños.
- f) Escaleras de servicio.
- g) Perímetro externo
- h) Cocina y comedor.
- i) Azotea
- j) Áreas de aire acondicionado.
- k) Subestación Eléctrica y cuartos eléctricos.

En la figura 2.1 se muestra uno de los planos arquitectónicos con los que se trabaja. El plano corresponde al primer piso con una vista de planta donde se observa las divisiones perimetrales de las distintas zonas internas en ese nivel.

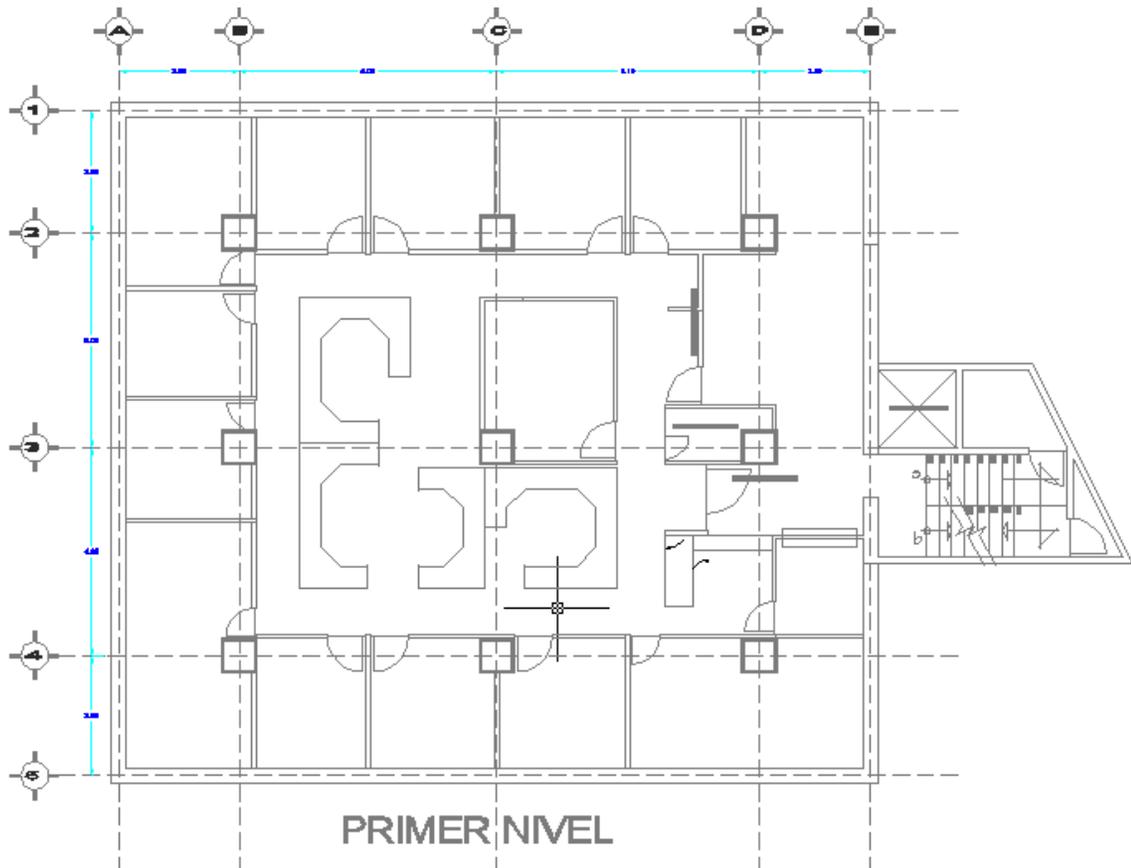


Figura 2.1 Vista de planta del plano arquitectónico del primer nivel.

2.3 Estimación y censo de carga.

Esta etapa corresponde a una investigación en campo, es decir, realizada en el interior de las instalaciones del edificio y consiste en un conteo de los diferentes equipos de consumo eléctrico. La instalación es existente, por lo que gran parte de la carga permanece en el lugar que ocupa actualmente. En cuanto al alumbrado, algunas áreas requieren una remodelación total y otras continuaran sin cambio. En la tabla 2.1 se muestran los datos de la estimación y censo de cargas. Dado el número de elementos se presentara en más de una página.

Edificio de Oficinas Administrativas				
	Equipo Eléctrico			Cantidad
1	LUMINARIO	FLUORESCENTE	EMPOTRADA	85
2	LUMINARIO	FLUORESCENTE	COMPACTA	22
3	LUMINARIO	DICROICO	INCANDESCENTE	13
4	LUMINARIO	INCANDESCENTE	TIPO PAR	1
5	LUMINARIO	FLUORESCENTE	EMPOTRADO LOUVER	8
6	LUMINARIO	FLUORESCENTE	EN MURO	3
7	LUMINARIO	FLUORESCENTE	A PRUEBA DE VAPOR	10
8	LUMINARIO	FLUORESCENTE	CIRCULAR	2
9	LUMINARIO	ARBOTANTE	INCANDESCENTE	1
10	LUMINARIO	FLUORESCENTE	EMPOTRAR CUAD.	21
11	LUMINARIO	FLUORESCENTE	CANALETA	8
12	LUMINARIO	FLUORESCENTE	CANALETA	8
13	LUMINARIO	DICROICO	SOBREPONER	1
14	LUMINARIO	FLUORESCENTE	CUADRADO V.P.	2
15	EXTRACTOR	DE AIRE	EN PLAFOND	2
16	LUMINARIO	FLUORESCENTE	CIRCULAR	2
17	LUMINARIO	FLUORESCENTE	CANALETA	2
18	LUMINARIO	FLUORESCENTE	CABEC. CUADRADA	2
19	LUMINARIO	FLUORESCENTE	EMPOTRADA	138
20	LUMINARIO	FLUORESCENTE	COMPACTA	1
21	LUMINARIO	DICROICO	INCANDESCENTE	93
22	LUMINARIO	INCANDESCENTE	TIPO PAR	37
23	LUMINARIO	FLUORESCENTE	EN MURO	5
24	LUMINARIO	FLUORESCENTE	TIPO PL COMPACTO	6
25	EXTRACTOR	DE AIRE	EN PLAFOND	6
26	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP1"	1
27	CONTACTO PARA	SCANER	"SCA"	12
28	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP7"	1
29	CONTACTO PARA	DES DE AGUA	"DA"	3
30	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP8"	2
31	CONTACTO DE	SERVICIO	"D"	50
32	CONTACTO DE	SERVICIO EN	PISO "D"	1
33	CONTACTO PARA	CAFETERA	"C42"	2
34	CONTACTO PARA	IMPRES. Y SUMAD	"IMP6. Y SUM1".	1
35	CONTACTO PARA	IMPRES. Y CAFET.	"IMP4. Y CAF".	1
36	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP4"	4
37	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP5"	4
38	CONTACTO PARA	IMPRES Y SCANNER.	"IMP3. Y SCA"	1
39	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP2"	1
40	CONTACTO	PARA FAX	"FAX2"	3
41	CONTACTO	PARA FAX	"FAX1"	1
42	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP3"	4
43	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP9"	1
44	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP"	1
45	CONTACTO PARA	ETIQUETADORA	"ET"	1
46	CONTACTO PARA	MULTIFUNCIONAL	"MTF"	1
47	CONTACTO PARA	HORNO DE MIC.	"HM"	1
48	CONTACTO PARA	SACAP.Y SUMAD..	"SP Y SUM"	1
49	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP11"	1
50	CONTACTO PARA	IMPRES Y SUMAD.	"IMP8 Y SUM"	1

Edificio de Oficinas Administrativas				
	Equipo Eléctrico			Cantidad
51	CONTACTO PARA	ESCAN.Y SUMAD..	"SCA Y SUM"	1
52	CONTACTO PARA	IMPRE.Y SUMAD..	"IMP3 Y SUM"	1
53	CONTACTO PARA	IMPRE.Y VENTIL...	"IMP4 Y VT2"	1
54	CONTACTO PARA	VENTIL Y SUMSD	"VT1 Y SUM"	1
55	CONTACTO PARA	"EQ. AUDIO Y SUM"	"EQA Y SUM"	1
56	CONTACTO PARA	"SCANER Y IMP"	"SCA Y IMP"	1
57	CONTACTO PARA	PARRILLA ELEC.	"PE"	1
58	CONTACTO PARA	SCANER	"SCA"	2
59	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP7"	1
60	CONTACTO PARA	DES DE AGUA	"DA"	3
61	CONTACTO PARA	HORNO DE MICRO.	"HM1"	2
62	CONTACTO PARA	HORNO DE MICRO.	"HM"	1
63	CONTACTO PARA	HORNO DE MICRO.	"HM2"	1
64	CONTACTO DE	SERVICIO	"D"	72
65	CONTACTO DE	SERVICIO EN	PISO "D"	4
66	CONTACTO DE	SERVICIO EN	PLAFOND "D"	1
67	CONTACTO PARA	CAFETERA	"C42"	3
68	CONTACTO PARA	REFRIEGERADOR	"RF".	1
69	CONTACTO PARA	REFRIEGERADOR	"RF1".	1
70	CONTACTO PARA	REFRIEGERADOR	"RF2".	1
71	CONTACTO PARA	REFRIEGERADOR	"RF3".	1
72	CONTACTO PARA	REFRI DE BOTANAS	"RB".	1
73	CONTACTO PARA	MÁQUINA DE REFRE.	"MRF".	1
74	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP1"	2
75	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP4"	1
76	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP5"	2
77	CONTACTO PARA	WAFLERA	" WF "	1
78	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP2"	1
79	CONTACTO	PARA FAX	"FAX1"	1
80	CONTACTO	PARA FAX	"FAX"	2
81	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP3"	1
82	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP6"	1
83	CONTACTO PARA	ESCANER Y SACA.	"SCA Y SP"	1
84	CONTACTO PARA	TELEVISIÓN	"TV"	2
85	CONTACTO PARA	MULTI Y MÁQ. DE ESCR.	"MTF Y MDE"	1
86	CONTACTO PARA	IMPRE Y MÁQ. ESCR	"IMP Y ME"	1
87	TABLERO	"C3"	0	1
88	MINIBOMBA			1
89	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP"	1
90	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP1"	1
91	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP2"	1
92	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP3"	1
93	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP4"	1
94	CONTACTO PARA	DES DE AGUA	"DA"	1
95	CONTACTO PARA	CAFETERA	"CF"	1
96	CONTACTO PARA	ESCANER	"SCA"	2
97	CONTACTO PARA	COPIADORA	"COP"	1
98	CONTACTO DE	SERVICIO	"D"	33
99	CONTACTO DE	SERVICIO EN	PISO "D"	1
100	LUMINARIO FLUO.	TIPO	SOBREPONER	1

Edificio de Oficinas Administrativas				
	Equipo Eléctrico			Cantidad
101	CONTACTO DE	SERVICIO	"D"	2
102	RECTIFICADOR			2
103	REGULADOR			2
104	YONUSA			1
105	MOTOR DE	ELEVADOR	9CP	1
106	ANUNCIO	LUMINOSO		3
107	LAMPARA	PL	EN REFLECTOR	1
108	MOTOR	PLATAFORMA	VEHICULAR	20
109	MOTOR	CORTINA		1
110	CALENTADOR	DE AGUA	(REGADERA)	1
111	LAMPARA	AM-ALCON		5
112	LAMPARA	AM-WALLPACK		5
113	LAMPARA	FLUORESCENTE	TIPO "PL"	3
114	CONTACTO SERV.	TAPA INTEMPERIE	"D"	1
115	CONTACTO SERV.	TAPA USOS GRAL.	"D"	3
116	LAMPARA	FLUORESCENTE		4
117	CONTACTO SERV.	LAMPARA EMER.	"LE"	2
118	UNIDAD PAQUETE	AIRE ACONDICIONADO		4
119	MINI-SPLIT			2
120	MINI-SPLIT			4
121	MINI-SPLIT			1
122	MINI-SPLIT			1
123	MINI-SPLIT			1
124	UNIDAD PAQUETE	AIRE ACONDICIONADO		1
125	MINI-SPLIT			2
126	UNIDAD PAQUETE	AIRE ACONDICIONADO		1
127	CONTACTO SERVICIO	CONTRA INTEMPERIE	"D"	5
128	UNIDAD PAQUETE	AIRE ACONDICIONADO		1
129	MINI-SPLIT			2
130	MINI-SPLIT			11
131	UNIDAD PAQUETE	AIRE ACONDICIONADO		3
132	UNIDAD PAQUETE	AIRE ACONDICIONADO		1
133	MINI-SPLIT			1
134	MINI-SPLIT			1
135	MINI-SPLIT			8
136	MINI-SPLIT			2
137	UNIDAD PAQUETE	AIRE ACONDICIONADO		1
138	UNIDAD PAQUETE	AIRE ACONDICIONADO		1
139	MINI-SPLIT			1
140	UNIDAD PAQUETE	AIRE ACONDICIONADO		3
141	UNIDAD PAQUETE	AIRE ACONDICIONADO		1
142	MINI-SPLIT			1
143	MINI-SPLIT			2
144	MINI-SPLIT			2
145	MINI-SPLIT			1
146	MINI-SPLIT			1
147	MINI-SPLIT			2
148	UNIDAD PAQUETE	AIRE ACONDICIONADO		2
149	UNIDAD PAQUETE	AIRE ACONDICIONADO		6
150	EXTRACTOR	COCINA		1

Edificio de Oficinas Administrativas				
	Equipo Eléctrico			Cantidad
151	LUMINARIO FLUO.	A PRUEBA DE	VAPOR Y POLVO	2
152	SOQUET CON	UN FOCO	AHORRADOR	1
153	MINIBOMBA			1
154	CONTACTO PARA	TELE Y GRAB.	"TV Y GB"	1
155	CONTACTO PARA	ESTEREO Y VENTIL	"EST Y VT"	1
156	CONTACTO	BIFASICO		1
157	MOTOR	HIDRONEUMATICO		2
158	CONTACTO REG DE	SERVICIO	"D"	25
159	CONTACTO REG. PARA	PC	"PC"	86
160	CONTACTO REG DE	SERVICIO EN	PLAFOND "D"	8
161	CONTACTO REG DE	SERVICIO EN	PISO "D"	8
162	CONTACTO REG. PARA	RELOJ CHECADOR	"RCH"	1
163	TABLERO DE	CONTROL	"TC"	1
164	CONTACTO REG. PARA	NOBREAK	"NB"	1
165	CONTACTO REG DE	DE SERVICIO	"D"	32
166	CONTACTO REG. PARA	PARA PC	"PC"	31
167	CONTACTO REG DE	SERVICIO EN	PLAFOND "D"	8
168	CONTACTO REG DE	SERVICIO EN	PISO "D"	6
169	CONTACTO REG. PARA	SERVIDOR "SPC"	EN PISO "SPC2"	2
170	CONTACTO REG. PARA	SERVIDOR "CPU"	"SEV"	3
171	CONTACTO REG. PARA	UNIDAD "CPU"	"CPU"	2
172	CONTACTO REG. PARA	SERVIDOR "SPC"	EN PISO "SPC1"	1
173	CONTACTO REG. PARA	PC EN	PISO "PC"	8
174	CONTACTO REG. PARA	PROYECTOR EN	PLAFOND "P"	4
175	CONTACTO REG. PARA	HUB EN	PLAFOND "HUB"	1
176	UPS	RACKS		3
177	UPS	CONTACTOS	REGULADOS	1

Tabla 2.1 Estimación y censo de la carga.

2.4 Cuantificación de cargas.

Este paso es ejecutado a la par que el anterior y consiste en identificar las características eléctricas en las placas de datos de los muy variados equipos usados en el inmueble. Las personas responsables organizaron esta información como se muestra en la tabla 2.2 debido el número de elementos se presentara en más de una página. A partir de esos datos se calcularan los alimentadores de circuitos derivados y sus protecciones para posteriormente calcular la capacidad del transformador.

Edificio de Oficinas Administrativas										
	Equipo Eléctrico			Cantidad	Carga [W]	Carga [VA]	Corriente [A]	Núm. de Fases	Voltaje [V]	Frecuencia[Hz]
1	LUMINARIO	FLUORESCENTE	EMPOTRADA	85	2X40 WATTS	111.1	0.87	1	127	60
2	LUMINARIO	FLUORESCENTE	COMPACTA	22	2X26 WATTS	72.2	0.57	1	127	60
3	LUMINARIO	DICROICO	INCANDESCENTE	13	50 WATTS	50.0	0.39	1	127	60
4	LUMINARIO	INCANDESCENTE	TIPO PAR	1	60 WATTS	60.0	0.47	1	127	60
5	LUMINARIO	FLUORESCENTE	EMPOTRADO LOUVER	8	3X20 WATTS	83.3	0.66	1	127	60
6	LUMINARIO	FLUORESCENTE	EN MURO	3	60 WATTS	83.3	0.66	1	127	60
7	LUMINARIO	FLUORESCENTE	A PRUEBA DE VAPOR	10	2X32 WATTS	88.9	0.70	1	127	60
8	LUMINARIO	FLUORESCENTE	CIRCULAR	2	2X32 WATTS	88.9	0.70	1	127	60
9	LUMINARIO	ARBOTANTE	INCANDESCENTE	1	100 WATTS	100.0	0.79	1	127	60
10	LUMINARIO	FLUORESCENTE	EMPOTRAR CUAD.	21	2X32 WATTS	88.9	0.70	1	127	60
11	LUMINARIO	FLUORESCENTE	CANALETA	8	32 WATTS	44.4	0.35	1	127	60
12	LUMINARIO	FLUORESCENTE	CANALETA	8	17 WATTS	23.6	0.19	1	127	60
13	LUMINARIO	DICROICO	SOBREPONER	1	50 WATTS	50.0	0.39	1	127	60
14	LUMINARIO	FLUORESCENTE	CUADRADO V.P.	2	2X32 WATTS	88.9	0.70	1	127	60
15	EXTRACTOR	DE AIRE	EN PLAFOND	2	1/6 CP, 4.0 A	508.0	4.00	1	127	60
16	LUMINARIO	FLUORESCENTE	CIRCULAR	2	32 WATTS	44.4	0.35	1	127	60
17	LUMINARIO	FLUORESCENTE	CANALETA	2	75 WATTS	104.2	0.82	1	127	60
18	LUMINARIO	FLUORESCENTE	CABEC. CUADRADA	2	2X32 WATTS	88.9	0.70	1	127	60
19	LUMINARIO	FLUORESCENTE	EMPOTRADA	138	2X40 WATTS	111.1	0.87	1	127	60
20	LUMINARIO	FLUORESCENTE	COMPACTA	1	2X26 WATTS	72.2	0.57	1	127	60
21	LUMINARIO	DICROICO	INCANDESCENTE	93	50 WATTS	50.0	0.39	1	127	60
22	LUMINARIO	INCANDESCENTE	TIPO PAR	37	60 WATTS	60.0	0.47	1	127	60
23	LUMINARIO	FLUORESCENTE	EN MURO	5	60 WATTS	83.3	0.66	1	127	60
24	LUMINARIO	FLUORESCENTE	TIPO PL COMPACTO	6	2X13 WATTS	36.1	0.28	1	127	60
25	EXTRACTOR	DE AIRE	EN PLAFOND	6	1/6 CP, 4.0 A	508.0	4.00	1	127	60
26	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP1"	1		589.3	4.64 A	1	127	60
27	CONTACTO PARA	SCANNER	"SCA"	12		152.4	1.2 A	1	127	60
28	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP7"	1		952.5	7.50 A	1	127	60
29	CONTACTO PARA	DES DE AGUA	"DA"	3		596.9	4.70 A	1	127	60
30	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP8"	2		1155.7	9.10 A	1	127	60
31	CONTACTO DE	SERVICIO	"D"	50		180.0	1.41 A	1	127	60
32	CONTACTO DE	SERVICIO EN	PISO "D"	1		180.0	1.41 A	1	127	60
33	CONTACTO PARA	CAFETERA	"C42"	2		1178.6	9.28 A	1	127	60
34	CONTACTO PARA	IMPRES. Y SUMAD	"IMP6. Y SUM1"	1		161.3	1.27 A	1	127	60
35	CONTACTO PARA	IMPRES. Y CAFET.	"IMP4. Y CAF"	1		1701.8	13.40 A	1	127	60
36	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP4"	4		952.5	7.50 A	1	127	60
37	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP5"	4		977.9	7.70 A	1	127	60
38	CONTACTO PARA	IMPRES Y SCANNER.	"IMP3. Y SCA"	1		1173.5	9.24 A	1	127	60
39	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP2"	1		350.5	2.76 A	1	127	60
40	CONTACTO	PARA FAX	"FAX2"	3		1117.6	8.80 A	1	127	60
41	CONTACTO	PARA FAX	"FAX1"	1		990.6	7.80 A	1	127	60
42	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP3"	4		977.9	7.70 A	1	127	60
43	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP9"	1		927.1	7.30 A	1	127	60
44	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP"	1		1270.0	10.0 A	1	127	60
45	CONTACTO PARA	ETIQUETADORA	"ET"	1		508.0	4.0 A	1	127	60
46	CONTACTO PARA	MULTIFUNCIONAL	"MTF"	1		1143.0	9.0 A	1	127	60
47	CONTACTO PARA	HORNO DE MIC.	"HM"	1		1435.1	11.30 A	1	127	60
48	CONTACTO PARA	SACAP.Y SUMAD..	"SP Y SUM"	1		355.6	2.8 A	1	127	60
49	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP11"	1		152.4	1.2 A	1	127	60
50	CONTACTO PARA	IMPRES Y SUMAD.	"IMP8 Y SUM"	1		1257.3	9.90 A	1	127	60

Edificio de Oficinas Administrativas										
	Equipo Eléctrico			Cantidad	Carga [W]	Carga [VA]	Corriente [A]	Núm. de Fases	Voltaje [V]	Frecuencia[Hz]
51	CONTACTO PARA	ESCAN.Y SUMAD..	"SCA Y SUM"	1		254.0	2.0 A	1	127	60
52	CONTACTO PARA	IMPRESOR.Y SUMAD..	"IMP3 Y SUM"	1		1079.5	8.5 A	1	127	60
53	CONTACTO PARA	IMPRESOR.Y VENTIL...	"IMP4 Y VT2"	1		1117.6	8.80 A	1	127	60
54	CONTACTO PARA	VENTIL Y SUMSD	"VT1 Y SUM"	1		162.6	1.280	1	127	60
55	CONTACTO PARA	"EQ. AUDIO Y SUM"	"EQ4 Y SUM"	1		280.7	2.210	1	127	60
56	CONTACTO PARA	"SCANNER Y IMP"	"SCA Y IMP"	1		214.6	1.69 A	1	127	60
57	CONTACTO PARA	PARRILLA ELEC.	"PE"	1		2499.4	19.68 A	1	127	60
58	CONTACTO PARA	SCANNER	"SCA"	2		152.4	1.2 A	1	127	60
59	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP7"	1		952.5	7.50 A	1	127	60
60	CONTACTO PARA	DES DE AGUA	"DA"	3		596.9	4.70 A	1	127	60
61	CONTACTO PARA	HORNO DE MICRO.	"HM1"	2		1555.8	12.25 A	1	127	60
62	CONTACTO PARA	HORNO DE MICRO.	"HM"	1		1055.4	8.31 A	1	127	60
63	CONTACTO PARA	HORNO DE MICRO.	"HM2"	1		1333.5	10.50 A	1	127	60
64	CONTACTO DE	SERVICIO	"D"	72		180.0	1.41 A	1	127	60
65	CONTACTO DE	SERVICIO EN	PISO "D"	4		180.0	1.41 A	1	127	60
66	CONTACTO DE	SERVICIO EN	PLAFOND "D"	1		180.0	1.41 A	1	127	60
67	CONTACTO PARA	CAFETERA	"C42"	3		1178.6	9.28 A	1	127	60
68	CONTACTO PARA	REFRIERADOR	"RF"	1		522.0	4.11A	1	127	60
69	CONTACTO PARA	REFRIERADOR	"RF1"	1		266.7	2.10 A	1	127	60
70	CONTACTO PARA	REFRIERADOR	"RF2"	1		762.0	6.0 A	1	127	60
71	CONTACTO PARA	REFRIERADOR	"RF3"	1		635.0	5.0 A	1	127	60
72	CONTACTO PARA	REFRI DE BOTANAS	"RB"	1		254.0	2.0A	1	127	60
73	CONTACTO PARA	MÁQUINA DE REFRE.	"MRF"	1		1397.0	11.0 A	1	127	60
74	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP1"	2		952.5	7.50 A	1	127	60
75	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP4"	1		762.0	6.0 A	1	127	60
76	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP5"	2		977.9	7.70 A	1	127	60
77	CONTACTO PARA	WAFLETA	"WF"	1		2000.3	15.75 A	1	127	60
78	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP2"	1		652.8	5.14 A	1	127	60
79	CONTACTO	PARA FAX	"FAX1"	1		1117.6	8.80 A	1	127	60
80	CONTACTO	PARA FAX	"FAX"	2		990.6	7.80 A	1	127	60
81	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP3"	1		977.9	7.70 A	1	127	60
82	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP6"	1		927.1	9.10 A	1	127	60
83	CONTACTO PARA	ESCANER Y SACA.	"SCA Y SP"	1		229.9	1.81 A	1	127	60
84	CONTACTO PARA	TELEVISIÓN	"TV"	2		182.9	1.44A	1	127	60
85	CONTACTO PARA	MULTI Y MÁQ. DE ESCR.	"MTF Y MDE"	1		1322.1	10.41 A	1	127	60
86	CONTACTO PARA	IMPRESOR Y MÁQ. ESCR	"IMP Y ME"	1		1012.2	7.97 A	1	127	60
87	TABLERO	"C3"	0	1		19886.5	52.19 A	1	127	60
88	MINIBOMBA			1		508.0	1/6 CP, 4.0 A	1	127	60
89	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP"	1		431.8	3.40 A	1	127	60
90	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP1"	1		508.0	4.0 A	1	127	60
91	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP2"	1		952.5	7.50 A	1	127	60
92	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP3"	1		1270.0	10.0 A	1	127	60
93	CONTACTO PARA	IMPRESORA	"IMP4"	1		977.9	7.70 A	1	127	60
94	CONTACTO PARA	DES DE AGUA	"DA"	1		596.9	4.70 A	1	127	60
95	CONTACTO PARA	CAFETERA	"CF"	1		952.5	7.50 A	1	127	60
96	CONTACTO PARA	ESCANER	"SCA"	2		152.4	1.2 A	1	127	60
97	CONTACTO PARA	COPIADORA	"COP"	1		1143.0	9.0 A	1	127	60
98	CONTACTO DE	SERVICIO	"D"	33		180.0	1.41 A	1	127	60
99	CONTACTO DE	SERVICIO EN	PISO "D"	1		180.0	1.41 A	1	127	60
100	LUMINARIO FLUO.	TIPO	SOBREPONER	1	2X32 WATTS	88.9		1	127	60

Edificio de Oficinas Administrativas										
	Equipo Eléctrico			Cantidad	Carga [W]	Carga [VA]	Corriente [A]	Núm. de Fases	Voltaje [V]	Frecuencia[Hz]
101	CONTACTO DE	SERVICIO	"D"	2		180.0	1.41 A	1	127	60
102	RECTIFICADOR			2		1270.0	10.0 A	1	127	60
103	REGULADOR			2		1600.2	12.6 A	1	127	60
104	YONUSA			1		180.0	1.41 A	1	127	60
105	MOTOR DE	ELEVADOR	9CP	1		10288.1	27 A	3	220	60
106	ANUNCIO	LUMINOSO		3		402.1	3.166 A	1	127	60
107	LAMPARA	PL	EN REFLECTOR	1	32 WATTS	44.4		1	127	60
108	MOTOR	PLATAFORMA	VEHICULAR	20		1701.8		1	127	60
109	MOTOR	CORTINA		1		508.0		1	127	60
110	CALENTADOR	DE AGUA	(REGADERA)	1		3849.4		1	127	60
111	LÁMPARA	AM-ALCON		5	250 WATTS	277.8		2	220	60
112	LÁMPARA	AM-WALLPACK		5	250 WATTS	277.8		2	220	60
113	LÁMPARA	FLUORESCENTE	TIPO "PL"	3		22.2		1	127	60
114	CONTACTO SERV.	TAPA INTEMPERIE	"D"	1	162 WATTS	180.0		1	127	60
115	CONTACTO SERV.	TAPA USOS GRAL.	"D"	3	162 WATTS	180.0		1	127	60
116	LÁMPARA	FLUORESCENTE		4	80 WATTS	88.9		1	127	60
117	CONTACTO SERV.	LAMPARA EMER.	"LE"	2	162 WATTS	180.0		1	127	60
118	UNIDAD PAQUETE	AIRE ACONDICIONADO		4		1584.0	7.2 A	2	220	60
119	MINI-SPLIT			2		1584.0	7.2 A	2	220	60
120	MINI-SPLIT			4		1320.0	6.0 A	2	220	60
121	MINI-SPLIT			1		1834.8	8.34 A	2	220	60
122	MINI-SPLIT			1		2200.0	10.0 A	2	220	60
123	MINI-SPLIT			1		2305.6	10.48 A	2	220	60
124	UNIDAD PAQUETE	AIRE ACONDICIONADO		1		4444.0	20.20 A	2	220	60
125	MINI-SPLIT			2		3234.0	14.7 A	2	220	60
126	UNIDAD PAQUETE	AIRE ACONDICIONADO		1		2508.0	11.4 A	2	220	60
127	CONTACTO SERVICIO	CONTRA INTEMPERIE	"D"	5	162 WATTS	180.0		1	127	60
128	UNIDAD PAQUETE	AIRE ACONDICIONADO		1		2244.0	10.2 A	2	220	60
129	MINI-SPLIT			2		1320.0	6.0 A	2	220	60
130	MINI-SPLIT			11		1320.0	6.0 A	2	220	60
131	UNIDAD PAQUETE	AIRE ACONDICIONADO		3		2310.0	10.5A	2	220	60
132	UNIDAD PAQUETE	AIRE ACONDICIONADO		1		5148.0	23.4 A	2	220	60
133	MINI-SPLIT			1		3520.0	16 A	2	220	60
134	MINI-SPLIT			1		1958.0	8.9 A	2	220	60
135	MINI-SPLIT			8		1320.0	6.0 A	2	220	60
136	MINI-SPLIT			2		3234.0	14.7 A	2	220	60
137	UNIDAD PAQUETE	AIRE ACONDICIONADO		1		4334.0	19.7 A	2	220	60
138	UNIDAD PAQUETE	AIRE ACONDICIONADO		1		5434.0	24.7 A	2	220	60
139	MINI-SPLIT			1		2222.0	10.1 A	2	220	60
140	UNIDAD PAQUETE	AIRE ACONDICIONADO		3		2310.0	10.5A	2	220	60
141	UNIDAD PAQUETE	AIRE ACONDICIONADO		1		6688.0	30.4 A	2	220	60
142	MINI-SPLIT			1		2068.0	9.4 A	2	220	60
143	MINI-SPLIT			2		1320.0	6.0 A	2	220	60
144	MINI-SPLIT			2		2112.0	9.6 A	2	220	60
145	MINI-SPLIT			1		2305.6	10.48 A	2	220	60
146	MINI-SPLIT			1		2750.0	12.5 A	2	220	60
147	MINI-SPLIT			2		1232.0	5.6 A	2	220	60
148	UNIDAD PAQUETE	AIRE ACONDICIONADO		2		4444.0	20.20 A	2	220	60
149	UNIDAD PAQUETE	AIRE ACONDICIONADO		6		2310.0	10.5A	2	220	60
150	EXTRACTOR	COCINA		1		990.0	4.5A	2	220	60

Edificio de Oficinas Administrativas										
	Equipo Eléctrico			Cantidad	Carga [W]	Carga [VA]	Corriente [A]	Núm. de Fases	Voltaje [V]	Frecuencia[Hz]
151	LUMINARIO FLUO.	A PRUEBA DE	VAPOR Y POLVO	2	2X32 WATTS	88.9		1	127	60
152	SOQUET CON	UN FOCO	AHORRADOR	1	60 WATTS	83.3		1	127	60
153	MINIBOMBA			1		508.0	1/6 CP, 4.0 A	1	127	60
154	CONTACTO PARA	TELE Y GRAB.	"TV Y GB"	1		175.3	1.38 A	1	127	60
155	CONTACTO PARA	ESTEREO Y VENTIL	"EST Y VT"	1		242.6	1.91 A	1	127	60
156	CONTACTO	BIFASICO		1		2200.0	10.0 A	2	220	60
157	MOTOR DE	HIDRONEUMATICO		2		1752.8	1CP,4.6 A	3	220	60
158	CONTACTO REG DE	SERVICIO	"D"	25		180.0	1.41 A	1	127	60
159	CONTACTO REG. PARA	PC	"PC"	86		825.5	6.5 A	1	127	60
160	CONTACTO REG DE	SERVICIO EN	PLAFOND "D"	8		180.0	1.41 A	1	127	60
161	CONTACTO REG DE	SERVICIO EN	PISO "D"	8		180.0	1.41 A	1	127	60
162	CONTACTO REG. PARA	RELOJ CHECADOR	"RCH"	1		180.0	1.41 A	1	127	60
163	TABLERO DE	CONTROL	"TC"	1		180.0	1.41 A	1	127	60
164	CONTACTO REG. PARA	NOBREAK	"NB"	1		1905.0	15.0 A	1	127	60
165	CONTACTO REG DE	DE SERVICIO	"D"	32		180.0	1.41 A	1	127	60
166	CONTACTO REG. PARA	PARA PC	"PC"	31		825.5	6.5 A	1	127	60
167	CONTACTO REG DE	SERVICIO EN	PLAFOND "D"	8		180.0	1.41 A	1	127	60
168	CONTACTO REG DE	SERVICIO EN	PISO "D"	6		180.0	1.41 A	1	127	60
169	CONTACTO REG. PARA	SERVIDOR "SPC"	EN PISO "SPC2"	2		1905.0	15.0 A	1	127	60
170	CONTACTO REG. PARA	SERVIDOR "CPU"	"SEV"	3		1270.0	10.0 A	1	127	60
171	CONTACTO REG. PARA	UNIDAD "CPU"	"CPU"	2		381.0	3.0 A	1	127	60
172	CONTACTO REG. PARA	SERVIDOR "SPC"	EN PISO "SPC1"	1		1270.0	10.0 A	1	127	60
173	CONTACTO REG. PARA	PC EN	PISO "PC"	8		825.5	6.5 A	1	127	60
174	CONTACTO REG. PARA	PROYECTOR EN	PLAFOND "P"	4		381.0	3.0 A	1	127	60
175	CONTACTO REG. PARA	HUB EN	PLAFOND "HUB"	1		38.1	0.3 A	1	127	60
176	UPS	RACKS		3		6000.0	27.27A	2	220	60
177	UPS	CONTACTOS	REGULADOS	1		40000.0	104.97	3	220	60

Tabla 2.2 Cuantificación de la carga.

En cuanto al factor de demanda y la carga demandada, estos son considerados en los cuadros de carga en el momento del cálculo de los alimentadores por lo que no aparecen en las tablas anteriores. Los demás datos son indispensables a la hora de iniciar dicho cálculo.

La información anterior es una estimación general de los equipos utilizados en todo el edificio, sin embargo es importante tener la ubicación de ellos en los planos de los diferentes niveles, así es que junto con las tablas anteriores se requiere la representación esquemática y la cantidad de carga por piso.

A continuación se muestran algunos planos y la forma en que en ellos se ubican los equipos. Los ejemplos tienen la finalidad de mostrar la representación y su localización en el plano en la vista de planta en el momento de la visita. La simbología y las características particulares se incluirán en los planos finales. Se añade un ejemplo de tabla preliminar de censo y cuantificación de carga por nivel que originó la estimación global antes descrita.

Edificio de Oficinas Administrativas										
	Equipo Eléctrico			Cantidad	Carga [W]	Carga [VA]	Corriente [A]	Núm. de Fases	Voltaje [V]	Frecuencia[Hz]
1	LUMINARIO	FLUORESCENTE	EMPOTRADA	1	2X40 WATTS	111.1	0.87	1	127	60
2	LUMINARIO	FLUORESCENTE	COMPACTA	8	2X26 WATTS	72.2	0.57	1	127	60
3	LUMINARIO	DICROICO	INCANDESCENTE	8	50 WATTS	50.0	0.39	1	127	60
4	LUMINARIO	FLUORESCENTE	EPOTRADO LOUVER	1	3X20 WATTS	83.3	0.66	1	127	60
5	LUMINARIO	FLUORESCENTE	EN MURO	1	60 WATTS	83.3	0.66	1	127	60
6	LUMINARIO	FLUORESCENTE	A PRUEBA DE VAPOR	10	2X32 WATTS	88.9	0.70	1	127	60
7	LUMINARIO	FLUORESCENTE	CIRCULAR	2	2X32 WATTS	88.9	0.70	1	127	60
8	LUMINARIO	ARBOTANTE	INCANDESCENTE	1	100 WATTS	100.0	0.79	1	127	60
9	LUMINARIO	FLUORESCENTE	EMPOTRAR CUAD.	21	2X32 WATTS	88.9	0.70	1	127	60
10	LUMINARIO	FLUORESCENTE	CANALETA	8	32 WATTS	44.4	0.35	1	127	60
11	LUMINARIO	FLUORESCENTE	CANALETA	8	17 WATTS	23.6	0.19	1	127	60
12	LUMINARIO	DICROICO	SOBREPONER	1	50 WATTS	50.0	0.39	1	127	60
13	LUMINARIO	FLUORESCENTE	CUADRADO V.P.	2	2X32 WATTS	88.9	0.70	1	127	60
14	EXTRACTOR	DE AIRE	EN PLAFOND	1	1/6 CP, 4.0 A	508.0	4.00	1	127	60

Tabla 2.3 Cuantificación de la carga de alumbrado en planta baja.

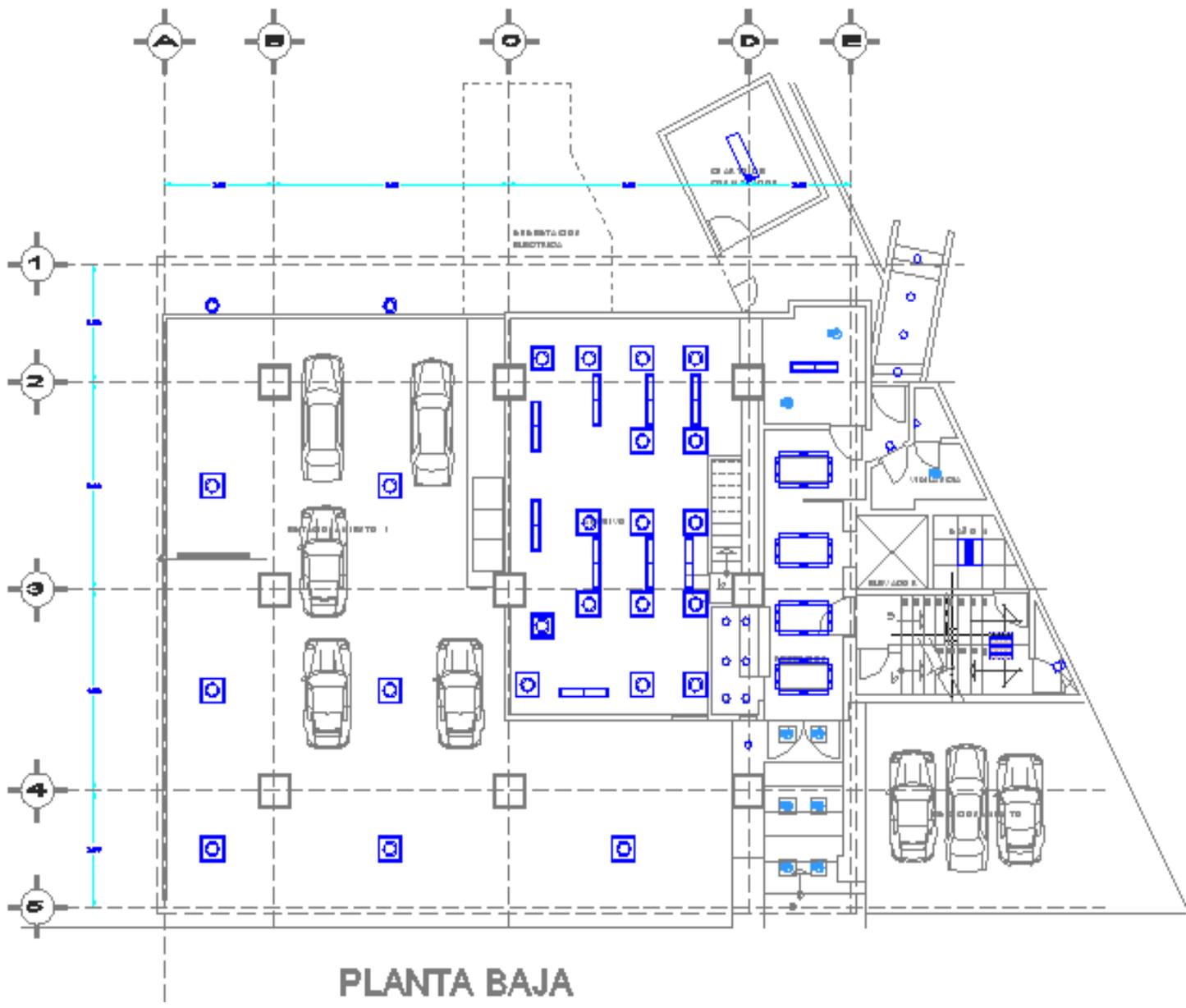


Figura 2.2 Ubicación simbólica de la carga de alumbrado en planta baja.

Edificio de Oficinas Administrativas				
Equipo Eléctrico				
1	LUMINARIO	FLUORESCENTE	EMPOTRADA	
2	LUMINARIO	FLUORESCENTE	COMPACTA	
3	LUMINARIO	DICROICO	INCANDESCENTE	
4	LUMINARIO	FLUORESCENTE	EMPOTRADO LOUVER	
5	LUMINARIO	FLUORESCENTE	EN MURO	
6	LUMINARIO	FLUORESCENTE	A PRUEBA DE VAPOR	
7	LUMINARIO	FLUORESCENTE	CIRCULAR	
8	LUMINARIO	ARBOTANTE	INCANDESCENTE	
9	LUMINARIO	FLUORESCENTE	EMPOTRAR CUAD.	
10	LUMINARIO	FLUORESCENTE	CANALETA	
11	LUMINARIO	FLUORESCENTE	CANALETA	
12	LUMINARIO	DICROICO	SOBREPONER	
13	LUMINARIO	FLUORESCENTE	CUADRADO V.P.	
14	EXTRACTOR	DE AIRE	EN PLAFOND	

Tabla 2.4 Simbología preliminar planta baja.

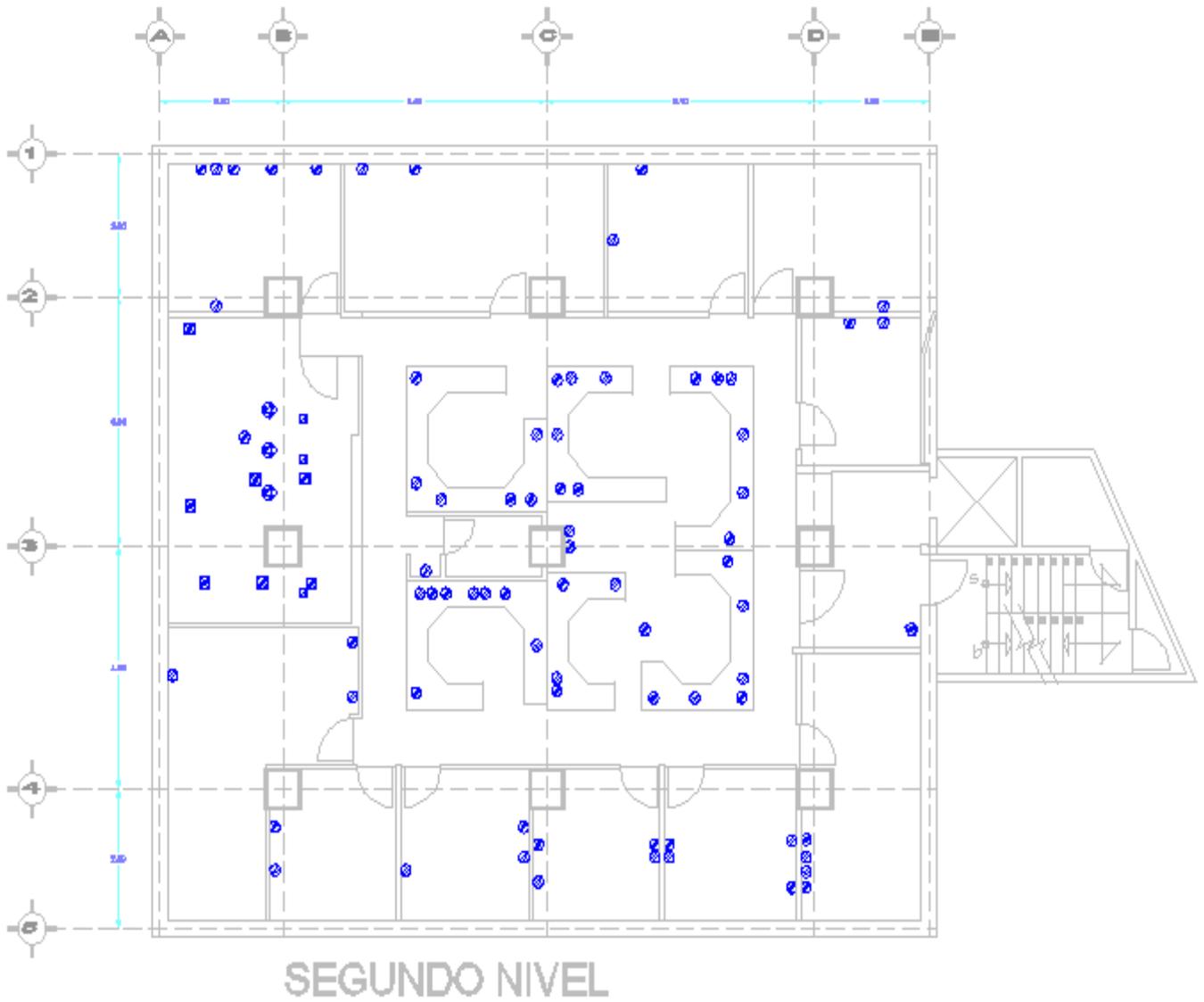


Figura 2.3 Ubicación simbólica de la carga de contactos en el segundo nivel.

En seguida se indican los espacios disponibles en los diferentes niveles del edificio para la ubicación de los cuartos eléctricos, designados de forma preliminar en colaboración con el usuario. Cabe mencionar que aunque se tiene por nivel el área suficiente para colocar un cuarto eléctrico actualmente se encuentran saturados de personal y los espacios son mínimos, por lo que se tendrá que considerar varios locales a lo largo del edificio en diferentes niveles, ya que la opción de una concentración de tableros no es factible por la restricción de espacio. Una opción consistiría en calcular las coordenadas promedio de la distribución de carga, sin embargo es claro que bajo este método obtendríamos un espacio ubicado en la parte media del edificio. Este centro de carga obligaría a desplazar al personal, cuestión poco viable. Así es que los centros de carga serán ajustados a los espacios confinados por nivel y atendiendo a restricción del usuario.

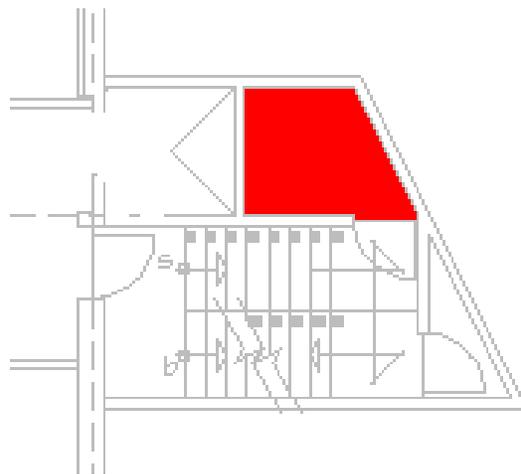


Figura 2.4 Área disponible para el centro de carga por nivel (área en rojo).

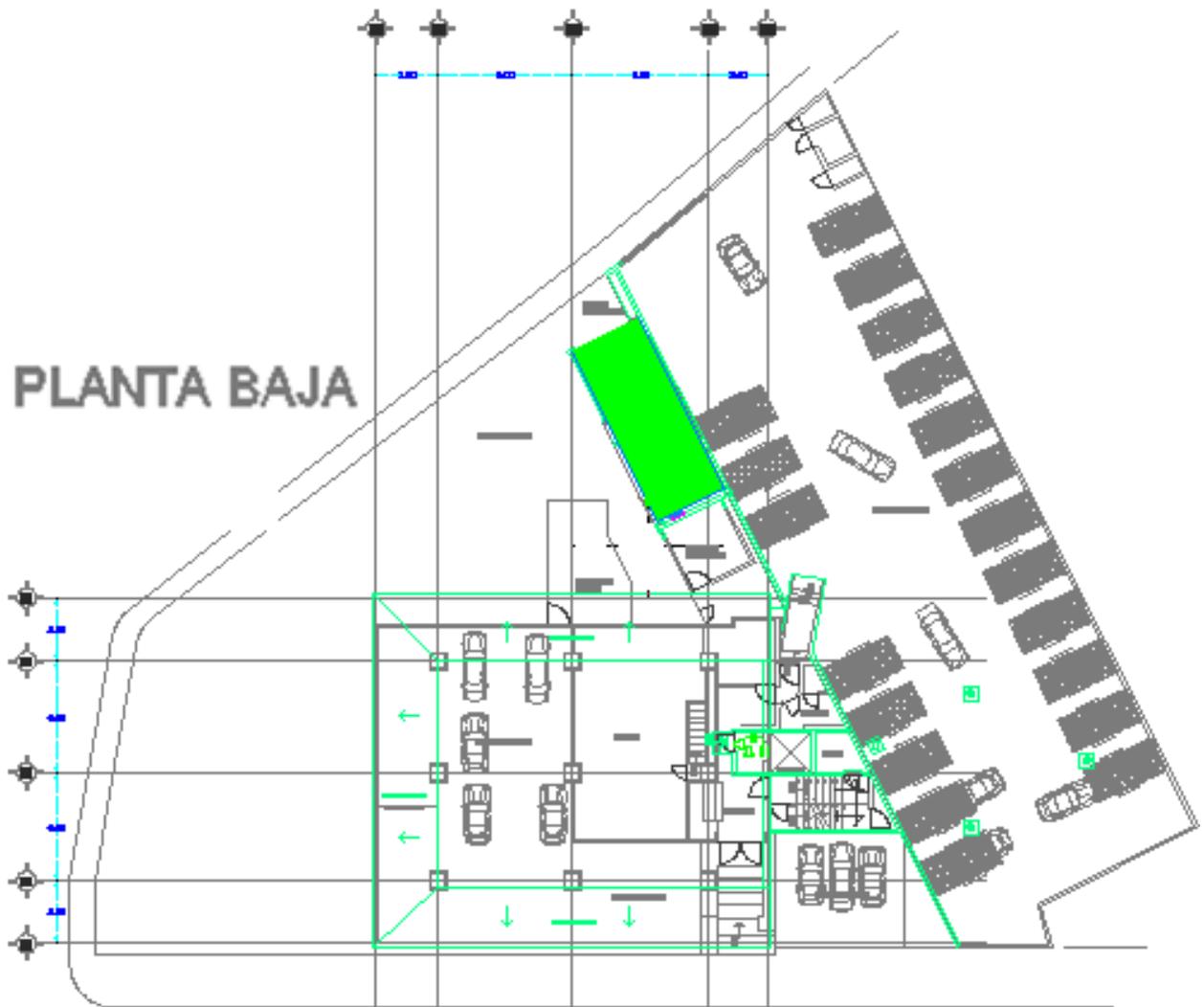


Figura 2.5 Área disponible para la subestación eléctrica en planta baja (área en verde).

2.5 Reorganización de Cargas.

Una vez que se tiene contemplado el universo de consumos eléctricos dentro del inmueble es necesario reagrupar y clasificar el conjunto en otros subconjuntos con el fin de evitar que una falla de un determinado equipo afecte a los demás. Este proceso selectivo permite dar un mejor servicio, así mismo es necesario asegurar que si el equipo de protección falla, haya un respaldo coordinado adecuadamente.

Teniendo en cuenta lo anterior, la agrupación se inicia en un primer nivel haciéndolo por piso. Posteriormente se separa el alumbrado de las cargas de contactos y motores para luego colocar una determinada cantidad de carga por tablero. El tablero además no debe estar saturado y tener la suficiente capacidad de reserva a futuro. En un segundo nivel se agrupan tableros en uno general de distribución y finalmente el centro de control de motores o CCM.

Como en muchas instalaciones, hay prioridad en el respaldo de energía en momentos de fallas de la compañía que suministra la energía eléctrica, por lo que es necesario clasificar ciertas agrupaciones de carga en servicio normal y de emergencia. Esto nos permite al final de la cuantificación poder decidir que cargas pueden o no entrar en la alimentación de emergencia y poder dar flexibilidad en la no menos importante relación costo-capacidad de la planta de emergencia.

Habrán casos particulares que por el tamaño del área sea necesario juntar alumbrado y contactos e incluso algunos pequeños motores, pero estos contendrán relativamente poca carga y es posible incluirlo o no en emergencia.

La siguiente subclasificación se hace en el grupo de contactos. Por ser de tipo administrativo las funciones en el edificio la necesidad de equipos de cómputo es indispensable, lo que lleva a considerar el servicio de energía regulada (para equipos sensibles a las variaciones de voltaje) y el servicio normal de la compañía.

Dentro del servicio regulado es posible aumentar la continuidad del suministro agregando el soporte por medio de equipos ininterrumpibles de energía (UPS) para las cargas más críticas y las cuales son vital importancia para la empresa y mantener funcionando su base datos. Estos equipos por lo general son un grupo de servidores de cómputo.

Un esquema que muestra estas divisiones sería el siguiente:

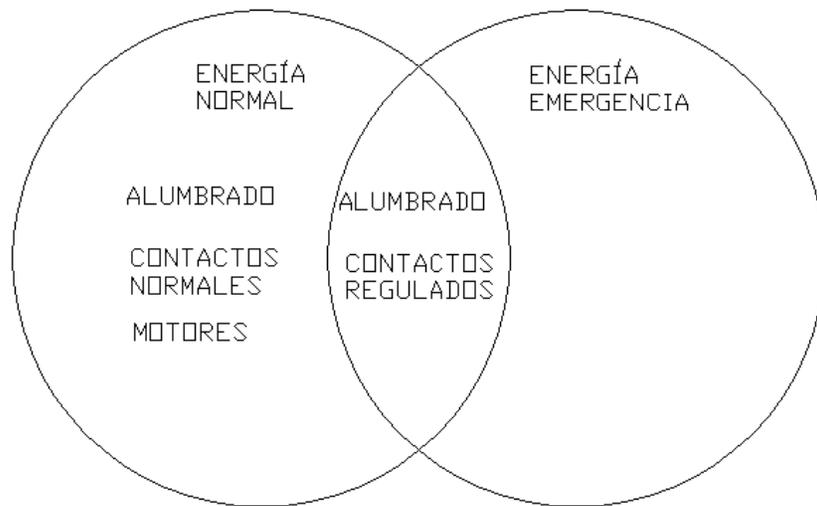


Figura 2.6 Esquema de reorganización de carga.

El esquema de la figura 2.6 representa las necesidades por nivel y puesto que hay seis niveles principales éste se repite para cada uno de ellos, sin contar por el momento estacionamiento, azotea y sótano. Este distribución podría confundir un poco en el sentido de que se requerirían treinta tableros con los dos servicios de las cinco subdivisiones, sin embargo por ser un edificio de tamaño promedio con una densidad de carga no muy grande es posible fusionar dos o tres niveles para un tablero permitiendo nuevamente dar margen a la relación costo-equipos, disminuyendo el número de equipos de distribución de baja tensión.

Es importante remarcar que en edificios de una densidad de carga mayor por nivel (donde su área y carga aumenta obviamente) es posible considerar un tablero para cada subdivisión y manejar un solo centro de control de motores siempre y cuando sus necesidades así lo requieran, pues la importancia en la reagrupación varía dependiendo de las funciones propias de la edificación como ya se ha dicho antes; pues no es lo mismo hacer una reagrupación de cargas para un hotel de quince pisos que para un edificio de diez pisos que maneje información gubernamental. Esta subdivisión surge de las condiciones básicas en el diseño y si varía en casos particulares se debe solo a que el usuario tiene objetivos diferentes sin que ello conduzca a evitar los requisitos y lineamientos que se exigen en la instalación eléctrica.

Las indicaciones anteriores son en forma general de acuerdo con las necesidades particulares de este usuario. Para nuestro proyecto consiste en ir sumando el consumo particular de equipos de un determinado nivel a un tablero de características establecidas sin exceder su capacidad y dejando circuitos de reserva para futuros aumentos en la carga, si lo anterior se cumple y la capacidad lo permite el siguiente nivel será agregado y así sucesivamente. Este proceso se aclara en los cálculos y se registra en las memorias de cálculo que se trata más adelante.

Es posible estimar la cantidad de tableros a usar considerando la carga total cuantificada y estandarizando un valor de conducción para un circuito alimentador sin embargo debido a que el centro de carga está desplazado y se localiza en varios niveles, esta última opción resulta poco práctica de modo que el número de equipos se obtendrá al efectuarse la ingeniería de detalle.

Entonces, las cargas de alumbrado en los diferentes niveles se alimentan de forma remota desde un tablero ubicado en el cuarto eléctrico. Las luminarias fluorescentes se controlan localmente mediante apagadores ubicados en un lugar de fácil acceso.

Las cargas de contactos normales en los diferentes niveles se alimentan de forma remota desde un tablero en energía normal ubicado en el cuarto eléctrico.

Las cargas de contactos regulados en los diferentes niveles se alimentan de forma remota desde un tablero en energía regulada ubicado en el cuarto eléctrico.

Las cargas de fuerza motriz en los diferentes niveles se alimentan de forma remota desde un tablero en energía normal únicamente para motores ubicado en el cuarto eléctrico. Los motores y extractores cuentan de forma individual con un medio de desconexión en los cuales se ubican en un lugar de fácil acceso y libre de obstáculos, a los equipos antes mencionados se les instalo un arrancador si carecen de control y protección integrada de fabrica.

Los sistemas de contactos, alumbrado y fuerza, se realizaron de forma separada y con cableados independientes, en este caso las protecciones, cableados y canalizaciones cumplen con la normatividad eléctrica en vigor

CAPÍTULO 3

CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN

ELÉCTRICA

3.1 Introducción.

En el siguiente capítulo se detallan el procedimiento para el y cálculo de la instalación eléctrica en el edificio de oficinas administrativas partiendo desde las cargas finales como son luminarias y receptáculos hasta el centro de transformación así como su representación en el diagrama unifilar.

Se explican las ecuaciones y operaciones realizados para los distintos elementos eléctricos realizando el cálculo para ciertas cargas representativas y posteriormente se simplifica el cómputo por medio de uso de programas de computadora, como Excel, AutoCAD y Visual.

3.2 Definiciones y términos empleados.

Los términos y definiciones empleadas para los cálculos y unidades en los casos que así lo requieran se listan a continuación.

Flujo luminoso. Es la energía radiante que procede de una fuente y produce una sensación luminosa y se representa por la letra griega “ Φ ”.

Illuminancia o Iluminación. Es la relación entre el flujo luminoso y el área de una superficie.

Lámpara. Es el equipo que se encarga de producir el flujo luminoso o luz visible, siendo una fuente artificial de luz.

Luminaria. Es un dispositivo que distribuye, filtra o controla la luz emitida por una lámpara.

Sistema de Iluminación. Es la combinación lámpara- luminaria el cual incluye accesorios para fijar, proteger y operar las lámparas así como un punto de conexión al circuito eléctrico.

Coeficiente de utilización. Es el porcentaje de flujo que finalmente alcanza el plano de trabajo en relación al flujo total generado por el sistema de iluminación.

Relación de cavidad de techo. Es la relación de superficies verticales entre las horizontales desde el techo y un plano imaginario en la cara inferior del luminario.

Relación de cavidad de local. Es la relación de superficies verticales entre las horizontales desde la cara inferior del luminario y un plano imaginario de la superficie de trabajo.

Relación de cavidad de piso. Es la relación de superficies verticales entre las horizontales desde la superficie de trabajo y el piso.

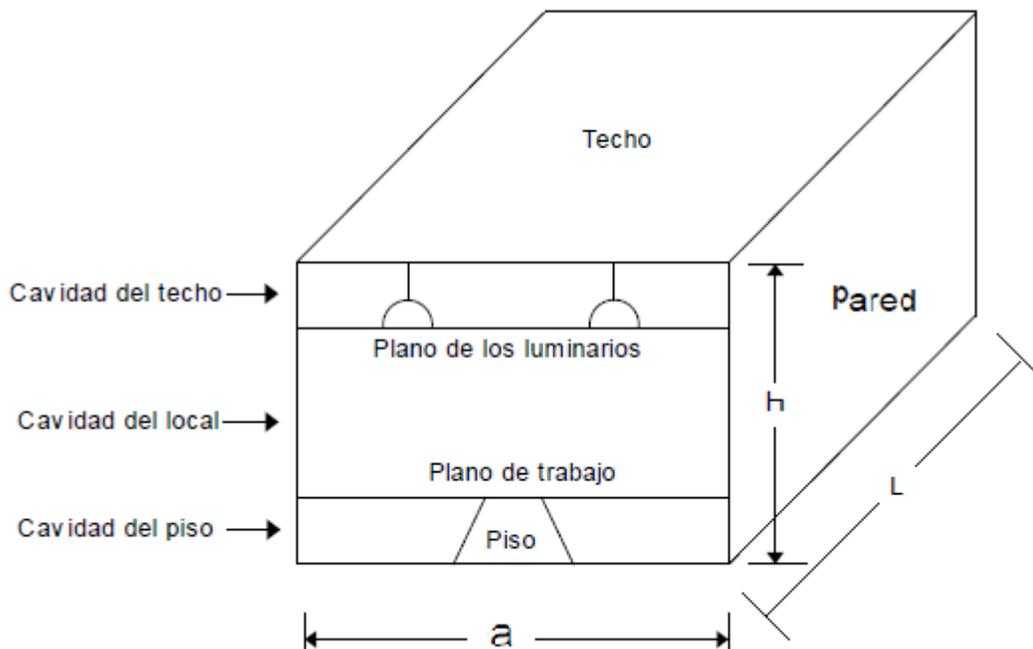


Figura 3.1 Espacios y superficies en un local de trabajo.

Factor de pérdida de luz. Es el producto de los diferentes factores que afectan al flujo nominal de la lámpara.

Contacto o receptáculo: Es un dispositivo de conexión instalado en un punto de del alambrado eléctrico con el fin de proporcionar corriente eléctrica a determinado equipo de utilización.

Motor: Es una máquina rotatoria que transforma energía eléctrica a energía mecánica.

Circuito Derivado: Conductores de un circuito desde el dispositivo final de sobre corriente que protege a ese circuito hasta la salida.

Circuito Alimentador: Conductores de un circuito entre el equipo de acometida u otra fuente de alimentación y el dispositivo final de protección contra sobre corriente del circuito derivado.

Corriente de corto circuito: Es aquella que circula en un circuito eléctrico cuando existe el contacto entre dos o más conductores por defectos de aislamiento entre ellos o a tierra. El valor que puede alcanzar la corriente de corto circuito en un punto determinado es mayor que la corriente de carga nominal.

Corriente nominal: Es la corriente de servicio que puede ser conducida de manera permanente a través de un elemento conductor.

Potencia: Es la cantidad de trabajo que una carga puede llevar a cabo en una cantidad de tiempo. Las unidades en que se expresa es el W, VAR o VA.

Carga Instalada. Es la suma de todas las potencias nominales de los equipos conectados en una zona determinada.

Carga Conectada. Es la suma de las potencias conectadas en un momento determinado. Esta es una parte de la carga total instalada cuya probabilidad de estar en servicio coinciden en el tiempo.

Demanda. Es la potencia consumida por la instalación en el punto donde recibe la energía, generalmente se toma en un intervalo de tiempo.

Demanda Máxima. Es la mayor de las demandas que se tienen en un periodo especificado en un sistema o en una instalación.

Demanda Mínima. Es un valor mínimo de potencia que se registra en un intervalo de tiempo relativamente corto dentro de un período de tiempo determinado. Se toman usualmente el mismo intervalo y período que en la determinación de la demanda máxima.

Demanda promedio. Se define como el valor medio o promedio de la potencia demandada en un período de tiempo tal como un día, un mes o un año. Su valor puede obtenerse fácilmente conociendo el consumo total en dicho período de tiempo y el número total de horas del período.

Demanda Pico. Es la máxima demanda registrada durante un intervalo de tiempo relativamente corto que está dentro del período de máxima demanda diaria.

Factor de demanda. Se expresa como la relación entre su demanda máxima en el intervalo considerado y la carga total instalada. Obviamente el factor de demanda es un número a dimensional, puesto que la demanda máxima y la carga instalada se expresan en las mismas unidades, el factor de demanda generalmente es menor que uno y será unitario cuando durante el intervalo todas las cargas instaladas absorban sus potencias nominales. El factor de demanda expresa el porcentaje de potencia instalada que ésta siendo alimentada.

$$F_D = D_{Max} / C_{Instalada} \quad (3.1)$$

Dónde:

F_D = Factor de demanda

D_{Max} = Demanda máxima

Factor de Utilización. Es una relación entre demanda máxima y la capacidad nominal del sistema. El factor de utilización es a dimensional, puesto que la demanda máxima y la carga total conectada se expresan en las mismas unidades, el factor de utilización establece qué porcentaje de la capacidad del sistema de distribución está siendo utilizando durante el pico de carga.

$$F_U = D_{Max} / S_{sistema} \quad (3.2)$$

Dónde:

F_u = Factor de utilización

D_{Max} = Demanda máxima

$S_{sistema}$

Factor de diversidad. Es la relación entre la sumatoria de las demandas máximas individuales y la demanda máxima del conjunto en un intervalo de tiempo. El factor de diversidad es a dimensional, ya que las demandas se expresan en las mismas unidades. Este factor es mayor que uno puesto la suma de valores máximos individuales son independientes de la variable “coincidencia” en un intervalo de tiempo mientras que la demanda máxima del conjunto se ve afectada por la carga conecta en un momento dado como consecuencia de la diversidad. Entre más grande es este número hay menos coincidencia de las máximos valores de consumo. En general un factor de diversidad grande permite atenuar la capacidad del conductor que alimenta un equipo de distribución o transformador que está dando servicio a un grupo de consumidores. Para no alejarse de las condiciones más críticas que impone la demanda máxima es importante definir rangos de valores en determinadas aplicaciones.

$$F_{Div} = (\sum D_{Max-i}) / D_{Max} \quad (3.3)$$

Dónde:

F_{Div} = Factor de diversidad

D_{Max} = Demanda máxima

D_{Max-i} = Demanda máxima individual

Factor de coincidencia. Es esencialmente el recíproco del factor de diversidad. Y esta expresa la probabilidad de que la demanda máxima individual de cada elemento en un grupo sea coincidente en el momento de la demanda máxima del grupo.

$$F_{\text{Coi}} = 1 / F_{\text{Div}} \quad (3.4)$$

Dónde:

F_{Div} = Factor de diversidad

F_{Coi} = Factor de coincidencia

Cualquiera de los dos factores pueden ser usados en el cálculo con la precaución de que uno debe ser dividido y el otro multiplicado. Los rangos para estos valores son de vital importancia para el diseño pues permiten un dimensionamiento adecuado dimensionamiento de los conductores principales de alimentación. En la tabla 3.1 se muestran dichos valores.

Rango de Valores		
Equipo/Sistema	Factor de Div.	Factor de Coi.
Entre transformadores	1.2-1.35	0.74-0.83
Alimentadores primarios	1.08-1.2	0.83-0.93
Entre S.E. de distribución	1.05-1.25	0.80-0.95

Tabla 3.1 Rango para los factores de diversidad y coincidencia.

Factor de Potencia. El factor de potencia es la relación entre la potencia real y la aparente. Las tres potencias pueden representarse gráficamente en un triángulo rectángulo donde el factor de potencia está definido como:

$$F_p = \cos\theta = P / S \quad (3.5)$$

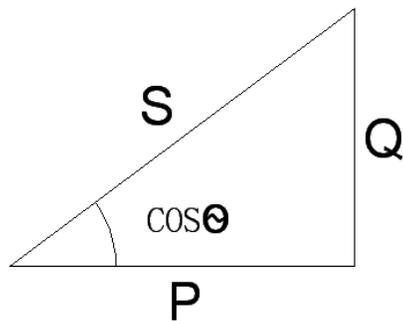


Figura 3.2 Triángulo de potencias.

Dónde:

F_p = Factor de potencia

S = Potencia aparente

P = Potencia real

Q = Potencia reactiva

Conductor puesto a tierra. Conductor de un sistema o circuito intencionalmente puesto a tierra, es el neutro en los sistemas en estrella encargado de llevar la corriente de desbalance.

Conductor de puesta a tierra. Conductor utilizado para conectar un equipo o el circuito puesto a tierra a un electrodo.

Rayo. Descarga eléctrica de origen atmosférico entre la nube y tierra con retornos.

Sistema de protección contra tormentas eléctricas. Conjunto de elementos utilizados para proteger u espacio contra el efecto de las tormentas eléctricas.

Potencia Reactiva. Es aquella parte de la potencia que tiene como función generar el flujo magnético necesario para el funcionamiento de los equipos inductivos.

3.3 Ecuaciones empleadas.

En esta sección se tiene como finalidad mostrar el conjunto de ecuaciones y los criterios de cálculo de iluminación, circuitos derivados, alimentadores, dispositivo de protección y otros elementos en sistemas menores de 600 volts.

3.3.1 Iluminación.

El propósito del alumbrado es permitir ver en las diferentes áreas donde se realizan actividades y su función es la de proporcionar luz donde sea requerida. Para realizar el estudio de los niveles de iluminación se usa el método de Cavidad Zonal el cual se basa en el flujo medio proporcionado por los luminarios dentro de un espacio cerrado.

Nomenclatura de Variables y Unidades.

E = Nivel Luminoso (Lux)

E_T = Nivel Luminoso Total (Lux)

Φ = Flujo Luminoso (Lm)

Φ_T = Flujo Luminoso total (Lm)

Φ_{Lam} = Flujo Luminoso de Lámparas (Lm)

Φ_{Lum} = Flujo Luminoso por Luminaria (Lm)

C_U = Coeficiente de Utilización

R_{CT} = Relación de Cavidad de Techo

R_{CL} = Relación de Cavidad de Local

R_{CP} = Relación de Cavidad de Piso

N_{Lam} = Numero de Lámparas

D_{LL} = Depreciación de Lúmenes de Lámpara

D_{PL} = Depreciación por Polvo en el Luminario

D_{SL} = Depreciación por Suciedad del Local

P_{FN} = Perdida de Flujo por Norma

F_B = Factor de Balastro

F_{CT} = Factor de Corrección por Temperatura

$F_{S/P}$ = Factor de Corrección por S/P

F_{PL} = Factores de Perdida de Luz

C_E = Criterio de Espaciamiento

D_{MR} = Distancia Máxima Recomendada (m)

h_{CT} = Altura de Cavidad de Techo (m)

h_{CL} = Altura de Cavidad de Local (m)

h_{CP} = Altura de Cavidad de Piso (m)
 L = Largo o longitud (m)
 a = Ancho (m)
 d = Diámetro (mm)
 A = Área (m^2 o mm^2)
 T = Temperatura ($^{\circ}C$)
 T_{Lam} = Temperatura de la lámpara ($^{\circ}C$)
 T_{Dis} = Temperatura de diseño ($^{\circ}C$)
 ΔT = Cambio en Temperatura ($^{\circ}C$)

La ecuación para determinar la iluminación es:

$$E = \frac{\Phi}{A}$$

El procedimiento consiste básicamente en establecer datos iniciales que afectan el flujo nominal en el luminario y luego a partir de la iluminación establecida determinar el flujo total y el número de luminarias que se distribuyen en el área de trabajo. El valor de flujo real por luminaria involucra los siguientes factores:

$$\Phi_{Lum} = \Phi_{Lam} * N_{Lam} * C_U * D_{LL} * D_{PL} * D_{SL} * F_B * F_{CT} * F_{S/P} * P_{FN}$$

$$F_{PL} = C_U * D_{LL} * D_{PL} * D_{SL} * F_B * F_{CT} * F_{S/P} * P_{FN}$$

$$\Phi_{Lum} = \Phi_{Lam} * N_{Lam} * F_{PL} \quad (\text{Ec. A3.1})$$

El flujo nominal de la lámpara es un dato de catálogo del fabricante. El número de lámparas y el coeficiente de utilización dependen de la selección del sistema de iluminación. Para extraer de las tablas del fabricante el coeficiente de utilización apropiado necesitamos las dimensiones y reflectancias de las superficies del local. Las relaciones de cavidad de techo, local y piso se obtienen con:

$$R_{CT} = \frac{5h_{CT}(L + a)}{L * a}$$

$$R_{CL} = \frac{5h_{CL}(L + a)}{L * a}$$

$$R_{CP} = \frac{5h_{CP}(L + a)}{L * a}$$

Las reflectancias reales en por ciento de techo, pared y piso son medidas, estimadas o especificadas. Los niveles máximos permisibles se encuentran en la tabla 3.2.

CONCEPTO	NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE REFLEXION Kf
TECHOS	90%
PAREDES	60%
PLANO DE TRABAJO	50%
SUELOS	50%

Tabla 3.2 Niveles máximos de reflexión
(NOM-0025, 2008, pág. 5).

Si se desconocen los valores reales de reflectancia es posible utilizar una estimación de las reflectancias efectivas sin que se cometa un error grande con la tabla 3.3.

I. SUPERFICIES DE PINTURA			
TONO	COLOR	REFLEXIÓN EN %	
MUY CLARO	BLANCO NUEVO	88	
	BLANCO VIEJO	76	
	AZUL VERDE	76	
	CREMA	81	
	AZUL	65	
	MIEL	76	
	GRIS	83	
CLARO	AZUL VERDE	72	
	CREMA	79	
	AZUL	55	
	MIEL	70	
	GRIS	73	
MEDIANO	AZUL VERDE	54	
	AMARILLO	65	
	MIEL	63	
	GRIS	61	
OSCURO	AZUL	8	
	AMARILLO	50	
	CAFÉ	10	
	GRIS	25	
	VERDE	7	
	NEGRO	3	
II. SUPERFICIES DE MADERA		III. ACABADOS METÁLICOS	
COLOR	REFLEXIÓN EN %	COLOR	REFLEXIÓN EN %
MAPLE	43	BLANCO POLARIZADO	70-85
NOGAL	16	ESMALTE HORNEADO	75
CAOBA	12	ALUMINIO PULIDO	75
PINO	48	ALUMINIO MATE	79
		ALUMINIO CLARO	59

Tabla 3.3 Estimación de reflectancias reales (Catálogo de fabricante, 2013).

Las reflectancias efectivas en porciento de techo, pared y piso son extraídas de tablas de fabricante entrando a ella con la R_{CT} o R_{CP} y la reflectancia real de techo (o piso) y pared. Los valores se pueden observar en la tabla 3.4.

% Reflectancia de techo o piso	90				80				70			50				30			10		
	90	70	50	30	80	70	50	30	70	50	30	70	50	30	70	50	30	10	50	30	10
$R_{CT,p}$																					
0.2	89	88	86	85	78	78	77	76	68	67	66	49	48	47	30	29	29	28	10	10	09
0.4	88	86	84	81	77	76	74	72	67	65	63	48	47	45	30	29	28	26	11	10	09
0.6	87	84	80	77	76	75	71	68	65	63	59	47	45	43	30	28	26	25	11	10	08
0.8	87	82	77	73	75	73	69	65	64	60	56	47	44	40	30	28	25	23	11	10	08
1.0	86	80	75	69	74	72	67	62	62	58	53	46	43	38	30	27	24	22	12	10	08
1.2	85	78	72	66	73	70	64	58	61	57	50	45	41	36	30	27	23	21	12	10	07
1.4	85	77	69	62	72	68	62	55	60	55	47	45	40	35	30	26	22	19	12	10	07
1.6	84	75	67	59	71	67	60	53	59	53	45	44	39	33	29	25	22	18	12	09	07
1.8	83	73	64	56	70	66	58	50	58	51	42	43	38	31	29	25	21	17	13	09	06
2.0	83	72	62	53	69	64	56	48	56	49	40	43	37	30	29	24	20	16	13	09	06
2.2	82	70	59	50	68	63	54	45	55	48	38	42	36	29	29	24	19	15	13	09	06
2.4	82	69	58	48	67	61	52	43	54	46	37	42	35	27	29	24	19	14	13	09	06
2.6	81	67	56	46	66	60	50	41	54	45	35	41	34	26	29	23	18	14	13	09	06
2.8	81	66	54	44	65	59	48	39	53	43	33	41	33	25	29	23	17	13	13	09	05
3.0	80	64	52	42	65	58	47	37	52	42	32	40	32	24	29	22	17	12	13	09	05
3.2	79	63	50	40	65	57	45	35	51	40	31	39	31	23	29	22	16	12	13	09	05
3.4	79	62	48	38	64	56	44	34	50	39	29	39	30	22	29	22	16	11	13	09	05
3.6	78	61	47	36	63	54	43	32	49	38	28	39	29	21	29	21	15	10	13	09	04
3.8	78	60	45	35	62	53	41	31	49	37	27	38	29	21	28	21	15	10	14	09	04
4.0	77	58	44	33	61	53	40	30	48	36	26	38	28	20	28	21	14	09	14	09	04
4.2	77	57	43	32	60	52	39	29	47	35	25	37	28	20	28	20	14	09	14	09	04
4.4	76	56	42	31	60	51	38	28	46	34	24	37	27	19	28	20	14	09	14	08	04
4.6	76	55	40	30	59	50	37	27	45	33	24	36	26	18	28	20	13	08	14	08	04
4.8	75	54	39	28	58	49	36	26	45	32	23	36	26	18	28	20	13	08	14	08	04
5.0	75	53	38	28	58	48	35	25	44	31	22	35	25	17	28	19	13	08	14	08	04

Tabla 3.4 Extracción de reflectancia efectiva (Catálogo de fabricante, 2013).

Una vez que se tienen estos factores de entrada se extrae el coeficiente de utilización (C_u) de tablas que el fabricante proporciona para el sistema de iluminación adoptado. Se obtienen en función de la relación de cavidad de techo y los valores de reflectancia efectiva, tabla 3.5.

Criterio de espaciamiento 1.4		80%				70%				50%			30%			10%		
R C T	pcc																	
	pw	70%	50%	30%	10%	70%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%
0		0,78	0,78	0,78	0,78	0,75	0,75	0,75	0,75	0,70	0,70	0,70	0,66	0,66	0,66	0,62	0,62	0,62
1		0,72	0,69	0,67	0,64	0,69	0,67	0,65	0,63	0,63	0,61	0,59	0,59	0,58	0,56	0,56	0,55	0,53
2		0,66	0,62	0,58	0,55	0,64	0,60	0,56	0,53	0,56	0,54	0,51	0,53	0,51	0,49	0,50	0,48	0,47
3		0,61	0,55	0,51	0,47	0,59	0,54	0,50	0,46	0,51	0,47	0,44	0,48	0,45	0,43	0,46	0,43	0,41
4		0,57	0,50	0,45	0,41	0,55	0,48	0,44	0,40	0,46	0,42	0,39	0,44	0,40	0,38	0,41	0,39	0,36
5		0,52	0,45	0,39	0,35	0,50	0,43	0,38	0,35	0,41	0,37	0,34	0,39	0,36	0,33	0,37	0,34	0,32
6		0,48	0,40	0,35	0,31	0,47	0,39	0,34	0,31	0,37	0,33	0,30	0,36	0,32	0,29	0,34	0,31	0,28
7		0,45	0,36	0,31	0,27	0,43	0,35	0,30	0,27	0,34	0,29	0,26	0,32	0,28	0,25	0,31	0,27	0,25
8		0,41	0,33	0,27	0,23	0,40	0,32	0,27	0,23	0,30	0,26	0,23	0,29	0,25	0,22	0,28	0,24	0,22
9		0,38	0,29	0,24	0,20	0,36	0,28	0,23	0,20	0,27	0,23	0,20	0,26	0,22	0,19	0,28	0,21	0,19
10		0,35	0,26	0,21	0,18	0,34	0,26	0,21	0,18	0,25	0,20	0,17	0,24	0,20	0,17	0,23	0,19	0,16

Tabla 3.5 Extracción del coeficiente de utilización (Catálogo de fabricante, 2013).

La depreciación de lumen de lámpara (D_{LL}) es un valor proporcionado por el fabricante y es extraído simplemente ubicando el tipo de lámpara en el catálogo, tabla 3.6.

Lámparas Fluorescentes T-5

WATTS	TIPO	TEMP. DE COLOR	ACABADO	I.R.C.	LÚMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICACIA LÚMENES /WATT	FACTOR DE DEPRECIACIÓN (L.L.D.)	BASE	BULBO	LONGITUD (cm)	ENCENDIDO	BALASTRO
24	Lineal/HO	3000	B. cálido	85	2000	16000	83	0.93	G-5	T-5	54.9	Rápido	Electrónico
24	Lineal/HO	4000	B. frío	85	2000	16000	83	0.93	G-5	T-5	54.9	Rápido	Electrónico
24	Lineal/HO	6000	Luz de día	85	2000	16000	83	0.93	G-5	T-5	54.9	Rápido	Electrónico
39	Lineal/HO	3000	B. cálido	85	3500	16000	90	0.93	G-5	T-5	84.9	Rápido	Electrónico
39	Lineal/HO	4000	B. frío	85	3500	16000	90	0.93	G-5	T-5	84.9	Rápido	Electrónico
39	Lineal/HO	6000	Luz de día	85	3500	16000	90	0.93	G-5	T-5	84.9	Rápido	Electrónico
54	Lineal/HO	3000	B. cálido	85	5000	16000	93	0.94	G-5	T-5	114.9	Rápido	Electrónico
54	Lineal/HO	4000	B. frío	85	5000	16000	93	0.94	G-5	T-5	114.9	Rápido	Electrónico
54	Lineal/HO	6000	Luz de día	85	5000	16000	93	0.94	G-5	T-5	114.9	Rápido	Electrónico
80	Lineal/HO	3000	B. cálido	85	7000	16000	88	0.93	G-5	T-5	144.9	Rápido	Electrónico
80	Lineal/HO	4000	B. frío	85	7000	16000	88	0.93	G-5	T-5	144.9	Rápido	Electrónico
80	Lineal/HO	6000	Luz de día	85	7000	16000	88	0.93	G-5	T-5	144.9	Rápido	Electrónico
14	Lineal	3000	B. cálido	82	1350	20000	96	0.90	G-5	T-5	54.9	Rápido	Electrónico
14	Lineal	4000	B. frío	82	1350	20000	96	0.90	G-5	T-5	54.9	Rápido	Electrónico
14	Lineal	6000	Luz de día	82	1350	20000	96	0.90	G-5	T-5	54.9	Rápido	Electrónico
21	Lineal	3000	B. cálido	82	2100	20000	100	0.90	G-5	T-5	84.9	Rápido	Electrónico
21	Lineal	4000	B. frío	82	2100	20000	100	0.90	G-5	T-5	84.9	Rápido	Electrónico
21	Lineal	6000	Luz de día	82	2100	20000	100	0.90	G-5	T-5	84.9	Rápido	Electrónico
28	Lineal	3000	B. cálido	82	2900	20000	104	0.93	G-5	T-5	114.9	Rápido	Electrónico
28	Lineal	4000	B. frío	82	2900	20000	104	0.93	G-5	T-5	114.9	Rápido	Electrónico
28	Lineal	6000	Luz de día	82	2900	20000	104	0.93	G-5	T-5	114.9	Rápido	Electrónico
35	Lineal	3000	B. cálido	82	3650	20000	104	0.93	G-5	T-5	144.9	Rápido	Electrónico
35	Lineal	4000	B. frío	82	3650	20000	104	0.93	G-5	T-5	144.9	Rápido	Electrónico
35	Lineal	6000	Luz de día	82	3650	20000	104	0.93	G-5	T-5	144.9	Rápido	Electrónico

Tabla 3.6 Extracción del D_{LL} (Catálogo de fabricante, 2013).

La depreciación de lumen por polvo en la luminaria (D_{PL}) y suciedad en el local (D_{SL}) son valores que se obtienen de graficas que relacionan el grado de suciedad con el periodo de mantenimiento para cierta categoría de luminaria, tabla 3.7 y 3.8

	MUY LIMPIO	LIMPIO	MEDIO	SUCIO	MUY SUCIO
SUCIEDAD GENERADA	NINGUNA	MUY POCO	NOTORIA PERO NO PESADA	NOTORIA PERO NO PESADA	ACUMULACIÓN CONSTANTE
SUCIEDAD AMBIENTE	NINGUNA O NO SE LE PERMITE ENTRAR	ALGUNA (CASI NO ENTRA NADA)	ALGO ALCANZA A ENTRAR EN EL ÁREA	GRANDES CANTIDADES	EXISTE DE TODO
REMOCIÓN O FILTRACIÓN	EXCELENTE	MEJOR QUE EL PROMEDIO	MÁS BAJO QUE EL PROMEDIO	SÓLO VENTILADORES SI ES QUE HAY	NINGUNA
ADHESIÓN	NINGUNA	LIGERA	SUFICIENTE PARA QUE SEA VISIBLE DESPUÉS DE ALGUNOS MESES	ALTA, PROBABLEMENTE CAUSADA POR ACEITES, HUMEDAD O ESTÁTICA	ALTA
EJEMPLOS	OFICINAS DE ALTA CATEGORÍA ALEJADAS DE LAS ZONAS DE PRODUCCIÓN, LABORATORIOS, QUIRÓFANOS, SALAS DE COMPUTO.	OFICINAS EN EDIFICIOS VIEJOS O CERCA DE LAS ZONAS DE PRODUCCIÓN, ENSAMBLE SENCILLO, INSPECCIÓN, SALAS GENERALES.	OFICINAS DE MAQUINADO Y MOLINOS, PROCESAMIENTO DE PAPEL Y MAQUINADO LIGERO.	TRATAMIENTO TÉCNICO, IMPRESIÓN A ALTA VELOCIDAD, PROCEDIMIENTO DE HULES, FUNDICIÓN, TUNELES DE MINAS.	SIMILAR A SUCIO PERO LOS LUMINARIOS SE ENCUENTRAN INMEDIATAMENTE AL LADO DE LA FUENTE DE CONTAMINACIÓN.

Tabla 3.7 Determinación de la condición de suciedad en la luminaria (Catálogo de fabricante, 2013).

CATEGORÍAS DE MANTENIMIENTO	ENVOLVENTE SUPERIOR	ENVOLVENTE INFERIOR
I	1) NINGUNO	1) NINGUNO
II	1) NINGUNO 2) TRANSPARENTE CON 15% O MÁS DE COMPONENTE DE LUZ HACIA ARRIBA A TRAVÉS DE ABERTURAS 3) TRASLUCIDO CON 15% O MÁS DE COMPONENTE DE LUZ HACIA ARRIBA A TRAVÉS DE ABERTURAS 4) OPACO CON UN 15% MÁS DE COMPONENTE DE LUZ HACIA ARRIBA A TRAVÉS DE ABERTURAS	1) NINGUNO 2) LOUVERS O BAFLES (REJILLAS O DEFLECTORES)
III	1) TRANSPARENTE CON 15% O MÁS DE COMPONENTE DE LUZ HACIA ARRIBA A TRAVÉS DE ABERTURAS 2) TRASLUCIDO CON 15% O MÁS DE COMPONENTE DE LUZ HACIA ARRIBA A TRAVÉS DE ABERTURAS 3) OPACO CON UN 15% MÁS DE COMPONENTE DE LUZ HACIA ARRIBA A TRAVÉS DE COBERTURAS	1) NINGUNO 2) LOUVERS O BAFLES (REJILLAS O DEFLECTORES)
IV	1) TRANSPARENTE SIN ABERTURAS 2) TRASLUCIDO SIN ABERTURAS 3) OPACO SIN ABERTURAS	1) NINGUNO 2) LOUVERS (REJILLAS)

Tabla 3.8 Categoría de mantenimiento de la luminaria
(Catálogo de fabricante, 2013).

Una vez fijados los datos anteriores en un periodo dado de mantenimiento se extrae de la gráfica el valor correspondiente. Para la categoría II y III las gráficas se muestran en la tabla 3.9

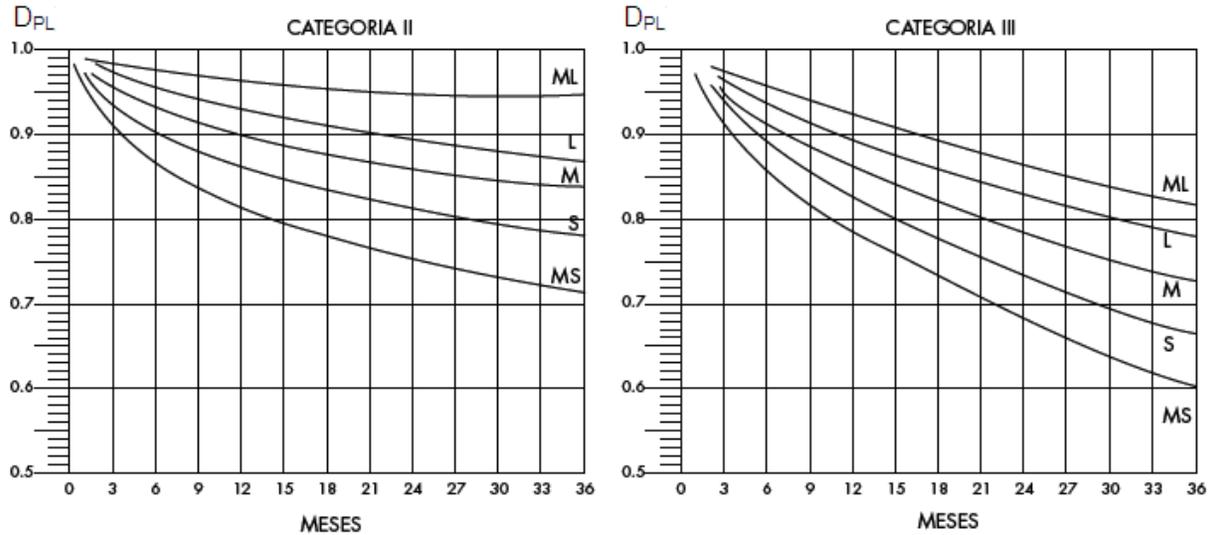


Tabla 3.9 Grafica de depreciación por polvo en luminaria
(Catálogo de fabricante, 2013).

El factor de balastro (F_B) es un valor proporcionado por el fabricante y es extraído simplemente ubicando el tipo de balastro en el catálogo, tabla 3.10.

Lamp Qty.	Starting Method	Line Volts	Catalog Number	Line Current (Amps)	Input Power (Watts)	Power Factor (PF)	Ballast Factor (BF)	Ballast Efficacy Factor (BEF)	THD %	Min. F/C Start Temp	Wiring Diag.	Dim.
F32T8												
1	PRS	120 277	B132PUNVDV1●	0.31 0.13	37 36	> .98	1.00	2.70 2.78	<10	0/-18	7	DP1
2	PRS	120 277	B232PUNVDV1●	0.61 0.26	73 70	> .98	1.00	1.37 1.43	<10	0/-18	8	DP1
F14T5												
1	PRS	120 277	B114PUNVDV1	0.15 0.07	18	> .98	1.00	5.56	<10	50/10	7	DP1
2	PRS	120 277	B214PUNVDV1	0.28 0.13	18	> .98	1.00	2.86	<10	50/10	8	DP1
F28T5												
1	PRS	120 277	B128PUNVDV1	0.27 0.11	32 31	> .98	1.00	3.13 3.23	<10	50/10	7	DP1
2	PRS	120 277	B228PUNVDV1	0.55 0.23	66 63	> .98	1.00	1.52 1.59	<10	50/10	8	DP1
F54T5HO												

Tabla 3.10 Extracción de F_B
(Catálogo de fabricante, 2013).

El factor de corrección por temperatura (F_{CT}) también requiere hacer referencia a información técnica de catálogo para obtener la temperatura de la lámpara y la de diseño, tabla 3.11.

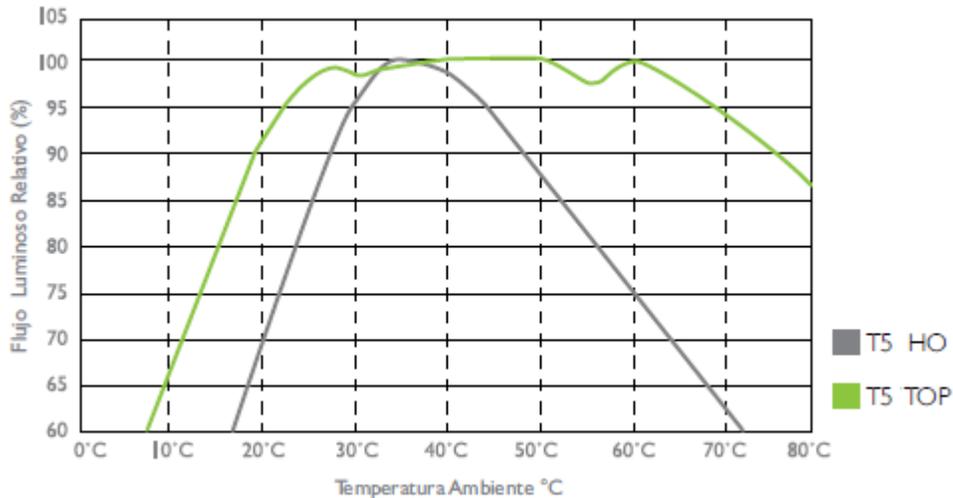


Tabla 3.11 Flujo luminoso relativo vs temperatura ambiente
(Catálogo de fabricante, 2013).

Una vez que se tiene el valor de temperatura a la que fue diseñada es necesario conocer la temperatura en la lámpara, sin embargo asumiremos solo un pequeño cambio de temperatura debido a la presencia de aire acondicionado en el edificio por lo que para una temperatura “mayor” a la de diseño el F_{CT} se obtiene con.

$$\Delta T = T_{Lam} - T_{Dis}$$

$$F_{CT} = 1 - \Delta T \frac{2\%}{1^{\circ}C}$$

El factor de corrección por relación de lúmenes fotópicos (P) y escotópicos (S) es un ajuste que se hace para obtener la luz que el ojo percibe realmente. El valor de la relación “S/P” no lo proporciona el fabricante pero hay tablas con valores típicos de cada lámpara que son obtenidos por organizaciones que estudian cuestiones de iluminación como la Engineering Society of North América (IESNA).

Fuente Luminosa	Relación S/P
Vapor de Sodio Baja Presión (18W)	0.23
Vapor de Sodio Alta Presión (150W)	0.62
Vapor de Mercurio BC	0.80
Sodio Blanco (50W)	1.14
Aditivos Metálicos BC	1.49
Fluorescente 4100K (RE 741)	1.54
Inducción 4100K (RE 841)	1.62
LEDs (750)	1.80
Inducción 5000K (RE 950)	2.04
Fluorescente Luz de Día (RE 765)	2.14
Fluorescente Luz de Día (RE 865)	2.22
LEDs (870)	2.41
Fluorescente 7500K (RE 875)	2.47
Sol (CIE D55 Illuminant)	2.47

Tabla 3.12 Relación S/P para diferentes lámparas (IESNA, 2013).

Una vez que se tiene el valor de S/P el factor por corrección por relación S/P ($F_{S/P}$) se obtiene de la siguiente forma.

$$F_{S/P} = \frac{S}{P}^{0.74}$$

Finalmente la pérdida de flujo por norma (P_{FN}) es un valor de desviación máximo de flujo nominal que permite la norma al valor de lumen de catálogo.

Una vez que se conocen los factores que afectan el flujo nominal simplemente se sustituye y se obtiene el flujo producido por el sistema de iluminación que se ha seleccionado.

$$\Phi_{Lum} = \Phi_{Lam} * N_{Lam} * F_{PL}$$

Hasta ahora se conoce el flujo real producido por un solo equipo, el siguiente paso es determinar el flujo total necesario en el área de trabajo donde se realiza las actividades visuales. Por lo que hay que consultar el valor de iluminación establecido por norma o manuales.

El nivel de iluminación en luxes de acuerdo al manual de alumbrado Westinghouse que se requieren se encuentra en la tabla 3.13

OFICINAS	
	Luxes
Lectura de textos con mucho contraste y bien impresos Tareas y zonas que no exigen una atención exagerada o prolongada tales como: lavabos , archivos no necesitados a diario, salones de conferencia, salas de visitas, etc.	300
Lectura o transcripción de manuscritos a tinta o lápiz sobre buen papel Archivos usados con frecuencia	700
Trabajo normal de oficina, lectura de buenas reproducciones, lecturas o transcripciones de escritura a mano o con lapiz duro o sobre mal papel, archivos de uso contnuo, clasificacion de correspondencia, índice de asuntos .	1000
Contabilidad, intersección, distribución en tablaas, teneduría de libros, máquinas calculadoras, lectura de malas reproducciones, dibujo a mano alzada.	1500
Cartografía, estudios, dibujo detallado.	2000

Tabla 3.13 Niveles de Iluminación en oficinas
(Manual de Westinghouse, 2013).

El nivel de iluminación mínimo requerido en los centros de trabajo lo establece la NOM-025. El área y actividad visual se muestra en la tabla 3.14.

Tarea Visual del Puesto de Trabajo	Área de Trabajo	Niveles Mínimos de Iluminación (luxes)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Exteriores generales: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
En interiores.	Áreas de circulación y pasillos; salas de espera; salas de descanso; cuartos de almacén; plataformas; cuartos de calderas.	100
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailería.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300

Tabla 3.14 Niveles de Iluminación (NOM-0025, 2008, pág. 4).

La densidad de potencia eléctrica para alumbrado (DPEA) de los edificios lo establece la norma oficial mexicana NOM-007 de eficacia energética en sistemas de alumbrado de edificios no residenciales, tabla 3.15

Tipo de edificio	DPEA (W/m²)
Oficinas	
Oficinas	14
Escuelas y demás centros docentes	
Escuelas o instituciones educativas	16
Bibliotecas	16
Establecimientos comerciales	
Tiendas de autoservicio, departamentales y de especialidades	20
Hospitales	
Hospitales, sanatorios y clínicas	17
Hoteles	
Hoteles	18
Moteles	22
Restaurantes	
Bares	16
Cafeterías y venta de comida rápida	19
Restaurantes	20
Bodegas	
Bodegas o áreas de almacenamiento	13
Recreación y Cultura	
Salas de cine	17
Teatros	16
Centros de convenciones	15
Gimnasios y centros deportivos	16
Museos	17
Templos	24
Talleres de servicios	
Talleres de servicio para automóviles	16
Talleres	27
Carga y pasaje	
Centrales y terminales de transporte de carga	13
Centrales y terminales de transporte de pasajeros, aéreas y terrestres	16

Tabla 3.15 Densidad de potencia eléctrica para alumbrado (NOM-007, 2004, pág. 8).

Los valores densidad de potencia eléctrica para alumbrado (DPEA) para diferentes espacios pertenecientes al tipo de edificación, tema de la tesis, se encuentra en la tabla 3.16.

Tipo de edificio	Espacios													Áreas específicas y DPEA W/m ²	Potencia adicional permitida *			
	oficina cerrada	oficina abierta	sala de juntas/usos múltiples	salón de clase/lectura/entrenamiento	auditorio	vestíbulo	patio interior primeros 3 pisos	patio interior pisos adicionales	área recreativa	restaurante	preparación de alimentos	baños	corredores			escaleras	almacén activo	almacén inactivo
MUSEOS	16.1	14.0	16.1	17.2	19.4	14.0	2.1	10.8	7.5	9.7	15.0	15.0	14.0	17.2	26.9		Exhibición Restauración	17.2 26.9
EDIFICIO DE OFICINAS	16.1	14.0	16.1	17.2	19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	Actividades bancarias Laboratorio	25.8 19.4
RECLUSORIOS	16.1	14.0	15.0	20.4	19.4	15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	Celdas			11.8
EDIFICIOS RELIGIOSOS	16.1	14.0	16.1	17.2	34.4	19.4	14.0	2.1	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	Pulpito, coro Área de feligreses	55.8 24.7
EDIFICIOS VENTAS AL MENUDEO	16.1	14.0	16.1	19.4	14.0	2.1	15.0	15.0	23.7	10.8	7.5	9.7	11.8	3.2	14.0	Área general de ventas Galera principal		22.6 19.3

Tabla 3.16 DPEA por área (NOM-007, 2004, pág. 13).

Una vez conocida el lugar y las actividades que se llevan a cabo queda definida la iluminación requerida por lo que para obtener el flujo total despejamos de acuerdo a la ecuación:

$$\Phi_T = E_T * A$$

Finalmente para obtener el número de luminarios en función del flujo total requerido:

$$N_{Lum} = \frac{\Phi_T}{\Phi_{Lum}}$$

Esta cantidad de luminarias se distribuye en un arreglo simétrico en el plano de luminarias con el fin de mantener uniformidad en la iluminación. El criterio de espaciamiento nos permite saber el espaciamiento máximo entre luminarios para lograrlo. El valor del criterio de espaciamiento lo proporciona el fabricante y la distancia se obtiene:

$$D_{MR} = C_E * h_{CL}$$

Dividiendo el largo y ancho del área correspondiente entre el espaciamiento máximo recomendable se obtiene el número de renglones y columnas en que se hace el arreglo. La cuadrícula así obtenida puede resultar en un menor número de luminarios por lo que es necesario ajustar a la cantidad total de luminarias obtenida. Generalmente se hace a lo largo aunque el espaciamiento disminuya, pero por ser el espaciamiento máximo recomendado no afecta la iluminación final siempre y cuando no se sobrepase la recomendación.

Con la distribución final del alumbrado se debe verificar que se cumpla la densidad de potencia eléctrica para alumbrado establecidos para este tipo de inmueble. Consistirá únicamente en comparar lo instalado con lo establecido en las tablas anteriores.

3.3.2 Contactos o receptáculos.

Hay una gran variedad de equipos eléctricos de oficina en el edificio que requieren alimentación a un voltaje de 127V monofásicos o 220V bifásicos, determinar la capacidad de dichos equipos no entra dentro del proyecto. En ocasiones hasta el usuario desconoce el valor de consumo del mismo, el cual es un valor especificado de fábrica que se toma de la placa de datos, y así calcular las características del circuito derivado. La forma en que se proporciona energía a estos equipos es por medio de un contacto o receptáculo o toma corriente. La capacidad del contacto depende de la carga a la que alimenta y no debe ser menor a ésta. Es posible tener varios contactos en un mismo circuito derivado siempre y cuando el rango de corriente lo permita (el cálculo de los circuitos derivados se hace mas adelante). Ya que los diferentes equipos existentes en el edificio y su ubicación depende de las necesidades particulares de éste, la distribución de los contactos queda determinada por dicha condición, así es que para proporcionar energía a un equipo en particular hay que atender sus características eléctricas indicadas en su placa de datos y la posición en el edificio. En concreto, bastará conocer la corriente que consume el equipo y simplemente especificar el contacto que maneje dicha capacidad, conforme lo señala la sección 220-14 (a) de la Norma Oficial Mexicana NOM-001.

$$I_{CONTACTO} \geq I_{EQUIPO}$$

Si bien hay contactos para un equipo específico también existen contactos de servicio que no tienen una carga determinada. El valor de potencia de carga para especificar dichas salidas de servicio se establece en la sección 220-14 (i) de la Norma Oficial Mexicana NOM-001

Para un contacto sencillo:

$$S = 180 [VA]$$

Para un contacto doble:

$$S = 360 [VA]$$

Nomenclatura de Variables y Unidades.

S = Potencia Aparente (VA)

I = Corriente (A)

Para dos o más contactos en un mismo circuito derivado la carga a alimentar por el contacto no debe superar lo indicado en la tabla 210-21 (b) (2) de la NOM-001, (tabla 3.17).

Capacidad nominal del circuito	Capacidad nominal del contacto	Carga máxima
Amperes		
15 ó 20	15	12
20	20	16
30	30	24

Tabla 3.17 Carga máxima conectada a un contacto (NOM-001, 2012, 1ra sección)

La capacidad de los contactos conectados al mismo circuito derivado lo indica la tabla 210-21 (b) (3) de la NOM-001, (tabla 3.18).

Capacidad nominal del circuito	Capacidad nominal del contacto
Amperes	
15	No más de 15
20	15 ó 20
30	30
40	40 ó 50
50	50

Tabla 3.18 Capacidad nominal de contactos (NOM-001, 2012, 1ra sección)

3.3.3 Fuerza motriz.

Al igual que las cargas de oficina los motores son equipos existentes, si bien su capacidad si puede ser calculada para una determinada tarea dentro del inmueble por el proyectista, no se hará un análisis de eficiencia de motores o estudiará el sistema de aire acondicionado en este trabajo. Su capacidad y características eléctricas se tomaran de la placa de datos. Si algún equipo que opere con motor requiere ser sustituido este será de la misma capacidad pero con una mayor eficiencia, con el objeto de disminuir pérdidas eléctricas y económicas. Entonces, partiendo de la potencia mecánica de los motores, el siguiente paso es convertir a potencia eléctrica con el siguiente factor de conversión:

$$1 [CP] = 746 [W]$$

Conocer la potencia eléctrica es el punto partida para los siguientes cálculos así como el resto de la información proporcionada por el fabricante en la placa:

- Potencia del motor
- Tensión de suministro
- Número de fases
- Frecuencia
- Letra de Código
- Letra de Diseño
- Factor de potencia
- Eficiencia
- Corriente

En cuanto a la determinación de la potencia solo nos corresponde hacer la conversión a unidades eléctricas y trabajar con ella. A partir de aquí se obtiene el consumo eléctrico en términos de corriente, para el caso de motores trifásicos la corriente lo indica la tabla 430-250 de la NOM-001, (tabla 3.19).

kW	hp	Tipo de inducción de jaula de ardilla y de rotor devanado. (amperes)							Tipo síncrono de factor de potencia unitario* (amperes)			
		115 volts	200 volts	208 volts	230 volts	460 volts	575 volts	2300 volts	230 volts	460 volts	575 volts	2300 volts
0.37	½	4.4	2.5	2.4	2.2	1.1	0.9	—	—	—	—	—
0.56	¾	6.4	3.7	3.5	3.2	1.6	1.3	—	—	—	—	—
0.75	1	8.4	4.8	4.6	4.2	2.1	1.7	—	—	—	—	—
1.12	1 ½	12	6.9	6.6	6	3	2.4	—	—	—	—	—
1.5	2	13.6	7.8	7.5	6.8	3.4	2.7	—	—	—	—	—
2.25	3	—	11	10.6	9.6	4.8	3.9	—	—	—	—	—
3.75	5	—	17.5	16.7	15.2	7.6	6.1	—	—	—	—	—
5.6	7 ½	—	25.3	24.2	22	11	9	—	—	—	—	—
7.5	10	—	32.3	30.8	28	14	11	—	—	—	—	—
11.2	15	—	48.3	46.2	42	21	17	—	—	—	—	—
14.9	20	—	62.1	59.4	54	27	22	—	—	—	—	—
18.7	25	—	78.2	74.8	68	34	27	—	53	26	21	—
22.4	30	—	92	88	80	40	32	—	63	32	26	—
29.8	40	—	120	114	104	52	41	—	93	41	33	—
37.3	50	—	150	143	130	65	52	—	104	52	42	—
44.8	60	—	177	169	154	77	62	16	123	61	49	12
56	75	—	221	211	192	96	77	20	155	78	62	15
75	100	—	285	273	248	124	99	26	202	101	81	20
93	125	—	359	343	312	156	125	31	253	126	101	25
112	150	—	414	396	360	180	144	37	302	151	121	30
150	200	—	552	528	480	240	192	49	400	201	161	40
187	250	—	—	—	—	302	242	60	—	—	—	—
224	300	—	—	—	—	361	289	72	—	—	—	—
261	350	—	—	—	—	414	336	83	—	—	—	—
298	400	—	—	—	—	477	382	95	—	—	—	—
336	450	—	—	—	—	515	412	103	—	—	—	—
373	500	—	—	—	—	590	472	118	—	—	—	—

Tabla 3.19 Corriente a plena carga de motores trifásicos de corriente alterna (NOM-001, 2012, 4ta sección).

Hasta se ha hecho referencia a la potencia nominal de la máquina, sin embargo es necesario conocer el consumo en condiciones en que el rotor se encuentre bloqueado (rotor bloqueado), este dato lo proporciona el fabricante en la placa con la letra de código y el valor se obtiene de la tabla 430-7(b) de la NOM-001, (tabla 3.20).

Letra código	Kilovoltamperes por caballo de fuerza con el rotor bloqueado
A	0 – 3.14
B	3.15 – 3.54
C	3.55 – 3.99
D	4.0 – 4.49
E	4.50 – 4.99
F	5.0 – 5.59
G	5.60 – 6.29
H	6.30 – 7.09
J	7.10 – 7.99
K	8.0 – 8.99
L	9.0 – 9.99
M	10.0 – 11.19
N	11.20 – 12.49
P	12.50 – 13.99
R	14.0 – 15.99
S	16.0 – 17.99
T	18.0 – 19.99
U	20.0 – 22.39
V	22.40 en adelante

Tabla 3.20 Letras de código de indicación para rotor bloqueado
(NOM-001, 2012, 4ta sección).

Es necesario conocer la corriente a rotor bloqueado, pero ahora en función de la letra de diseño que proporciona el fabricante en la placa y el valor correspondiente para el caso de motores bifásicos y trifásicos lo establece la tabla 430-251(b) de la NOM-001, (tabla 3.21).

kW	hp	Corriente máxima a rotor bloqueado, en amperes motores de dos y tres fases de diseño B, C y D*					
		115 volts	200 volts	208 volts	230 volts	460 volts	575 volts
		B, C, D y E	B, C, D y E	B, C, D y E	B, C, D y E	B, C, D y E	B, C, D y E
Amperes							
0.37	½	40	23	22.1	20	10	8
0.56	¾	50	28.8	27.6	25	12.5	10
0.75	1	60	34.5	33	30	15	12
1.12	1 ½	80	46	44	40	20	16
1.5	2	100	57.5	55	50	25	20
2.25	3	—	73.6	71	64	32	25.6
3.75	5	—	105.8	102	92	46	36.8
5.6	7 ½	—	146	140	127	63.5	50.8
7.5	10	—	186.3	179	162	81	64.8
11.19	15	—	267	257	232	116	93
14.9	20	—	334	321	290	145	116
18.7	25	—	420	404	365	183	146
22.4	30	—	500	481	435	218	174
29.8	40	—	667	641	580	290	232
37.3	50	—	834	802	725	363	290
44.8	60	—	1001	962	870	435	348
56	75	—	1248	1200	1085	543	434
75	100	—	1668	1603	1450	725	580
93	125	—	2087	2007	1815	908	726
112	150	—	2496	2400	2170	1085	868
149	200	—	3335	3207	2900	1450	1160
186.4	250	—	—	—	—	1825	1460
223.7	300	—	—	—	—	2200	1760
261	350	—	—	—	—	2550	2040
298.3	400	—	—	—	—	2900	2320
335.6	450	—	—	—	—	3250	2600
372.9	500	—	—	—	—	3625	2900

Tabla 3.21 Corriente eléctrica a rotor bloqueado en función de la letra de diseño (NOM-001, 2012, 4ta sección).

Es importante decir que si bien la letra de código y la de diseño dan información en condiciones a rotor bloqueado esta se utiliza en circunstancias distintas.

3.3.4 Circuitos derivados.

El propósito de los conductores es transportar la energía eléctrica por lo que debe ser calculado de manera correcta. El presente apartado tiene la finalidad de mostrar los criterios de diseño para el conductor derivado en sistemas menores de 600 volts.

Criterios para el cálculo de circuitos derivados.

- A) Por conducción de corriente
- B) Por caída de tensión
- C) Por corto circuito

Nomenclatura de Variables y Unidades.

P = Potencia Real (W)
Q = Potencia Reactiva (VAR)
S = Potencia Aparente (VA)
CP = Caballos de Potencia (CP)
 η = Eficiencia
V = Voltaje (V)
 V_{FN} = Voltaje Fase-Neutro (127V)
 V_{FF} = Voltaje Fase-Fase (220V)
%e = Caída de tensión en porcentaje
 ΔV = Cambio en Voltaje
I = Corriente (A)
 I_{Nom} = Corriente Nominal (A)
 I_{FN} = Corriente Fase-Neutro (A)
 I_{FF} = Corriente Fase-Fase (A)
 I_D = Corriente Demandada (A)
 I_C = Corriente Corregida (A)
 I_{CC} = corriente de Corto Circuito (KA)
 I_{RB} = Corriente a Rotor Bloqueado (A)
Z = Impedancia (Ω/m)
 Z_{Cond} = Impedancia del Conductor (Ω/m)
 F_D = Factor de Demanda

F_S = Factor de Simultaneidad
 F_P = Factor de Potencia
 F_T = Factor de Temperatura
 F_A = Factor de Agrupamiento
 F_R = Factor de Relleno
 t = Tiempo (S)
 L = Largo o longitud (m)
 A = Área (m^2 o mm^2)
 A_{Cond} = Área del Conductor (m^2 o mm^2)
 CM = Área en circular mils
 T = Temperatura ($^{\circ}C$)
 T_{CCA} = Temperatura de Corto Circuito de Aislamiento ($^{\circ}C$)
 T_{OA} = Temperatura de Operación del Aislamiento ($^{\circ}C$)

A) Por conducción de corriente.

Los conductores de los circuitos derivados deben tener una capacidad de conducción de corriente no menor que la correspondiente a la carga a servir. Las ecuaciones cumplen con lo establecido en el art. 220-12 y 220-14 (a) de la NOM-001.

Para seleccionar el conductor de un circuito derivado por corriente comenzamos por obtener los amperes a partir de la potencia instalada en Volt-Amper (VA), a este valor se le denomina corriente nominal (I_{Nom}).

Para obtener este valor en los siguientes circuitos simplificados de las figuras 3.3 a 3.6 se muestran las ecuaciones.

Sistemas Monofásicos (1F-2H).

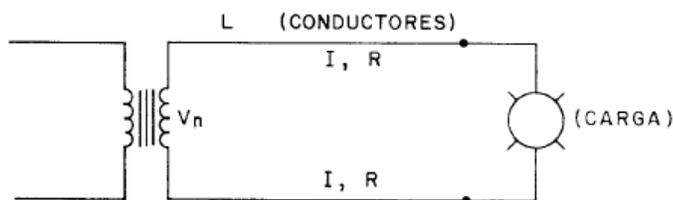


Figura 3.3 Circuito monofásico.

Entonces

$$P = V_{FN} * I_{Nom} * \cos\theta$$

$$I_{Nom} = \frac{P}{V_{FN} * \cos\theta}$$

Sistemas Bifásicos (2F-2H).

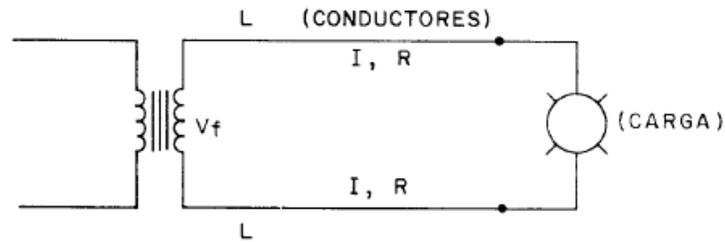


Figura 3.4 Circuito Bifásico.

Entonces

$$P = V_{FF} * I_{Nom} * \cos\theta$$

$$I_{Nom} = \frac{P}{V_{FF} * \cos\theta}$$

Sistemas Trifásicos (3F-3H).

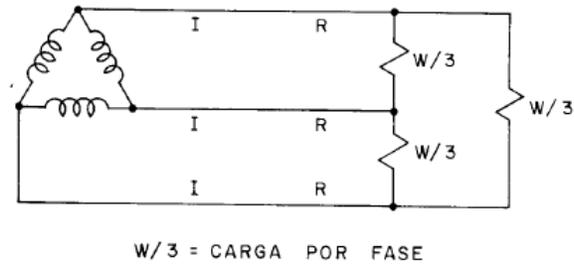


Figura 3.5 Circuito Trifásico.

Entonces

$$P = \sqrt{3} V_{FF} * I_{Nom} * \cos\theta$$

$$I_{Nom} = \frac{P}{\sqrt{3} V_{FF} * \cos\theta}$$

Sistemas Trifásicos (3F-4H).

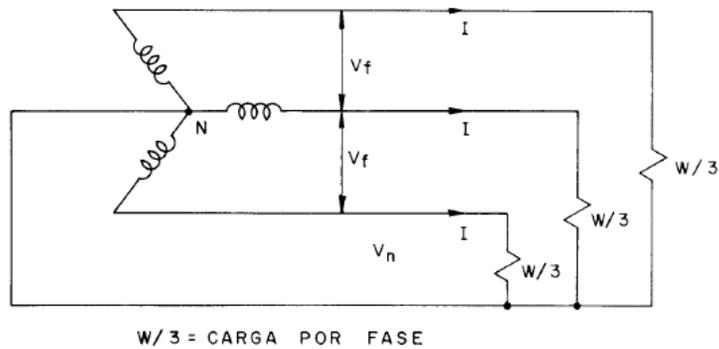


Figura 3.6 Circuito Trifásico 4H.

Entonces

$$P = \sqrt{3} V_{FF} * I_{Nom} * \cos\theta$$

$$I_{Nom} = \frac{P}{\sqrt{3} V_{FF} * \cos\theta}$$

con $I_{FN}=0$

En función de la potencia aparente hay que tomar en cuenta la definición de factor de potencia:

$$F_p = \cos\theta$$

$$\cos\theta = \frac{P}{S}$$

$$S = \frac{P}{\cos\theta} = \frac{P}{F_p}$$

Con las ecuaciones anteriores se obtiene la corriente nominal la cual se modifica con un factor según el tipo de carga de que se trate, a esta corriente se le llama la corriente demandada (I_D): se aplica un factor de simultaneidad ($F_S=1.25$) para las cargas continuas de alumbrado y un factor de demanda ($F_D=0.8$) para las cargas no continuas de las tomas de corriente o receptáculos. Para el caso de los motores la corriente nominal se obtiene se las tablas 430-248 a 430-250 de la NOM-001 a partir del valor de potencia nominal.

$$I_D = I_{Nom} * F_S$$

$$I_D = I_{Nom} * F_D$$

$$I_D = I_{Nom} * F_D$$

A partir de este valor de corriente se determinará el conductor necesario para el circuito derivado como se establece en 210-19 (a) y 430-22 de la NOM-001:

$$I_C = I_D * 1.25$$

Y seleccionamos de la tabla 310-15 (b) 16 de la NOM-001 el calibre de cable adecuado con esa ampacidad, (tabla 3.22).

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la tabla 310-104(a)]					
		60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
mm ²	AWG o kcmil	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, XHHW, USE, ZW	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THHW- LS, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW- 2, ZW-2	TIPOS UF	TIPOS RHW, XHHW, USE	TIPOS SA, SIS, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2
		COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE		
0.824	18 [™]	—	—	14	—	—	—
1.31	16 [™]	—	—	18	—	—	—
2.08	14 [™]	15	20	25	—	—	—
3.31	12 [™]	20	25	30	—	—	—
5.26	10 [™]	30	35	40	—	—	—
8.37	8	40	50	55	—	—	—
13.3	6	55	65	75	40	50	55
21.2	4	70	85	95	55	65	75
26.7	3	85	100	115	65	75	85
33.6	2	95	115	130	75	90	100
42.4	1	110	130	145	85	100	115
53.49	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
127	250	215	255	290	170	205	230

Tabla 3.22 Capacidad de conducción de los conductores
(NOM-001, 2012,2da sección).

A continuación se modifica la capacidad de corriente del conductor seleccionado por el factor de temperatura, éste dependerá del tipo de ambiente en el que trabaja, para el caso base de 30°C la tabla 310-15 (b) 2 (a) de la NOM-001, (tabla 3.23).

Para temperaturas ambiente distintas de 30 °C, multiplique las anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación:			
Temperatura ambiente (°C)	Rango de temperatura del conductor		
	60 °C	75 °C	90 °C
10 o menos	1.29	1.20	1.15
11-15	1.22	1.15	1.12
16-20	1.15	1.11	1.08
21-25	1.08	1.05	1.04
26-30	1.00	1.00	1.00
31-35	0.91	0.94	0.96
36-40	0.82	0.88	0.91
41-45	0.71	0.82	0.87
46-50	0.58	0.75	0.82
51-55	0.41	0.67	0.76
56-60	-	0.58	0.71
61-65	-	0.47	0.65
66-70	-	0.33	0.58
91-75	-	-	0.50
76-80	-	-	0.41
81-85	-	-	0.29

Tabla 3.23 Factores de corrección por temperatura
(NOM-001, 2012, 2da sección).

Entonces la corriente corregida por temperatura se obtiene de la siguiente forma:

$$I_{c1} = I_{con} * F_T$$

Nuevamente se modifica el valor de la corriente, ahora por el factor de agrupamiento; para éste valor será necesario revisar el proyecto en lo que respecta al cableado y verificar el número de cables en la canalización. Este factor se determina según la tabla 310-15 (b) 3 (a) de la NOM-001, (tabla 3.24).

Número de conductores portadores de corriente	Por ciento de valor de las tablas ajustado para la temperatura ambiente si fuera necesario
De 4 a 6	80
De 7 a 9	70
De 10 a 20	50
De 21 a 30	45
De 31 a 40	40
41 y más	35

Tabla 3.24 Factores de corrección por agrupamiento.
(NOM-001, 2012, 2da sección).

Entonces la corriente corregida por agrupamiento se obtiene de la siguiente forma:

$$I_{c2} = I_{c1} * F_A$$

Es importante mencionar que una vez que la capacidad de conducción del conductor se ha modificado, este nuevo valor no quede por debajo de la corriente demandada por la carga, de ser este el caso se debe tomar un conductor con una mayor capacidad de conducción y repetir el proceso con el fin de comprobar que la capacidad del conductor no sea menor al de la carga. El nuevo conductor elegido tendrá sus propias características físicas y eléctricas; si al compararlas con los valores obtenidos en la siguiente etapa del diseño superan las restricciones, el conductor será el adecuado.

B) Por caída de tensión.

Para evitar calentamiento excesivo así como no sobrepasar los límites de caída de tensión, es necesario determinar las características físicas y eléctricas que intervienen en la caída de tensión y comprobar que está dentro de los límites impuestos en el paso anterior.

La caída de tensión global desde el medio de desconexión principal hasta cualquier salida de la instalación (sea fuerza, alumbrado, contactos, etc.), no debe exceder del 5%. La caída de tensión se debe distribuir razonablemente en el circuito derivado y en el circuito alimentador, procurando que en cualquier de ellos la caída de tensión, no sea mayor del 3%, Art. 215-2 (a) nota 2 de la NOM-001.

Una vez distribuida el porcentaje de caída de tensión en la trayectoria del circuito esta restricción será constante. Medimos la distancia de la carga al punto de alimentación y usando la ecuación adecuada para circuitos trifásicos o monofásicos se obtiene el área mínima requerida.

Para el conductor en circuitos derivados monofásicos (1F-2H):

$$A_{Cond} = \frac{4 * I_D * L}{V_{FN} * \%e}$$

Para el conductor en circuitos derivados bifásicos (2F-2H):

$$A_{Cond} = \frac{4 * I_D * L}{V_{FF} * \%e}$$

Para el conductor en circuitos derivados trifásicos (3F-3H y 3f-4H, con $I_n=0$):

$$A_{Cond} = \frac{2 * \sqrt{3} * I_D * L * CF}{V_{FF} * \%e}$$

En este punto es necesario verificar que el área del conductor seleccionado por corriente, la cual aparece en la tabla 310-15 (b) 16 de la NOM-001, (tabla 3.22) no sea menor que la obtenida, en caso contrario elegir otro con al menos un área igual.

Con los mismos datos y usando la ecuación adecuada se obtiene la impedancia máxima requerida.

Para el conductor en circuitos derivados monofásicos (1F-2H):

$$Z_{Cond} = \frac{V_{FN} * \%e}{2 * 100 * I_D * L}$$

Para el conductor en circuitos derivados bifásicos (2F-2H):

$$Z_{Cond} = \frac{V_{FN} * \%e}{2 * 100 * I_D * L}$$

Para el conductor en circuitos derivados trifásicos (3F-3H y 3f-4H, con In=0):

$$Z_{Cond} = \frac{V_{FN} * \%e * CF}{3 * 100 * I_D * L}$$

Nuevamente es necesario verificar que la impedancia del conductor seleccionado por corriente, la cual aparece en la tabla 9 de la NOM-001, (tabla 3.25) no sea mayor que la obtenida, en caso contrario elegir otro con al menos una impedancia igual.

Area mm ²	Tamaño (AWG o kcmil)	Ohms al neutro por kilómetro														
		X _L (Reactancia) para todos los conductores		Resistencia en corriente alterna para conductores de cobre sin recubrimiento			Resistencia en corriente alterna para conductores de aluminio			Z eficaz a FP = 0.85 para conductores de cobre sin recubrimiento			Z eficaz a FP = 0.85 para conductores de aluminio			
		Conduit de PVC o Aluminio	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	
2.08	14	0.190	0.240	10.2	10.2	10.2	—	—	—	8.9	8.9	8.9	—	—	—	
3.31	12	0.177	0.223	6.6	6.6	6.6	—	—	—	5.6	5.6	5.6	—	—	—	
5.26	10	0.164	0.207	3.9	3.9	3.9	—	—	—	3.6	3.6	3.6	—	—	—	
8.36	8	0.171	0.213	2.56	2.56	2.56	—	—	—	2.26	2.26	2.30	—	—	—	
13.30	6	0.167	0.210	1.61	1.61	1.61	2.66	2.66	2.66	1.44	1.48	1.48	2.33	2.36	2.36	
21.15	4	0.157	0.197	1.02	1.02	1.02	1.67	1.67	1.67	0.95	0.95	0.98	1.51	1.51	1.51	
26.67	3	0.154	0.194	0.82	0.82	0.82	1.31	1.35	1.31	0.75	0.79	0.79	1.21	1.21	1.21	
33.62	2	0.148	0.187	0.62	0.66	0.66	1.05	1.05	1.05	0.62	0.62	0.66	0.98	0.98	0.98	
42.41	1	0.151	0.187	0.49	0.52	0.52	0.82	0.85	0.82	0.52	0.52	0.52	0.79	0.79	0.82	
53.49	1/0	0.144	0.180	0.39	0.43	0.39	0.66	0.69	0.66	0.43	0.43	0.43	0.62	0.66	0.66	
67.43	2/0	0.141	0.177	0.33	0.33	0.33	0.52	0.52	0.52	0.36	0.36	0.36	0.52	0.52	0.52	
85.01	3/0	0.138	0.171	0.253	0.269	0.259	0.43	0.43	0.43	0.289	0.302	0.308	0.43	0.43	0.46	
107.2	4/0	0.135	0.167	0.203	0.220	0.207	0.33	0.36	0.33	0.243	0.256	0.262	0.36	0.36	0.36	
127	250	0.135	0.171	0.171	0.187	0.177	0.279	0.295	0.282	0.217	0.230	0.240	0.308	0.322	0.33	
152	300	0.135	0.167	0.144	0.161	0.148	0.233	0.249	0.236	0.194	0.207	0.213	0.269	0.282	0.289	
177	350	0.131	0.164	0.125	0.141	0.128	0.200	0.217	0.207	0.174	0.190	0.197	0.240	0.253	0.262	
203	400	0.131	0.161	0.108	0.125	0.115	0.177	0.194	0.180	0.161	0.174	0.184	0.217	0.233	0.240	
253	500	0.128	0.157	0.089	0.105	0.095	0.141	0.157	0.148	0.141	0.157	0.164	0.187	0.200	0.210	
304	600	0.128	0.157	0.075	0.092	0.082	0.118	0.135	0.125	0.131	0.144	0.154	0.167	0.180	0.190	
380	750	0.125	0.157	0.062	0.079	0.069	0.095	0.112	0.102	0.118	0.131	0.141	0.148	0.161	0.171	
507	1000	0.121	0.151	0.049	0.062	0.059	0.075	0.089	0.082	0.105	0.118	0.131	0.128	0.138	0.151	

Tabla 3.25 Propiedades de los conductores (NOM-001, 2012, 9na sección).

Por último, una vez que el conductor es elegido, se debe comprobar que las características de este nuevo conductor no sobrepasen el porcentaje de caída de tensión definido inicialmente, para ello bastará despejar el porcentaje de las ecuaciones anteriores y obtenerlo.

Para el conductor en circuitos derivados monofásicos (1F-2H):

$$\%e = \frac{2 * 100 * Z_{Cond} * I_D * L}{V_{FN}}$$

Para el conductor en circuitos derivados bifásicos (2F-2H):

$$\%e = \frac{2 * 100 * Z_{Cond} * I_D * L}{V_{FF}}$$

Para el conductor en circuitos derivados trifásicos (3F-3H y 3f-4H, con $I_n=0$):

$$\%e = \frac{\sqrt{3} * 100 * Z_{Cond} * I_D * L}{V_{FF}}$$

Y para obtener la caída de tensión en volts utilizamos la siguiente ecuación:

$$\Delta V = 2 * Z_{Cond} * I_D * L$$

Es importante mencionar que para facilitar los cálculos en los circuitos derivados se optará por usar las ecuaciones en porciento de la caída de tensión ya que los factores que modifican la capacidad de conducción obligan a cambiar de un conductor a otro y si se tiene una gran cantidad de cargas en el momento del cálculo, si se usa un software, en dicho cálculo solo la distancia y la impedancia varía entre diferentes circuitos por lo que bastará con sustituir la longitud medida a la carga en cuestión y la impedancia tomada de la tabla 3.25, tal que solo quedara revisar que el cálculo no sobrepase un porcentaje establecido.

C) Por corto circuito.

Hasta ahora el conductor es capaz de manejar las condiciones nominales sin embargo es necesario que soporte durante un cierto tiempo condiciones de corto circuito. Las ecuaciones para determinar la corriente de corto circuito se presentan más adelante. Una vez conocido dicho valor nos sirve para determinar cuánto tiempo soportará sin dañarse el aislamiento de un conductor cuando se produce un corto circuito, así como seleccionar adecuadamente las protecciones de la línea.

El cálculo por capacidad de conducción de corriente de corto circuito, tiene como objeto dimensionar las protecciones y verificar que la sección de los alimentadores principales y derivados en el sistema de baja tensión (220 Volts) correspondientes al sistema eléctrico, soporten la circulación de corriente de corto circuito por el conductor evitando incrementar la temperatura a valores mayores que los establecidos como límite para los aislamientos.

Para verificar el soporte del paso de corriente se realiza el siguiente procedimiento:

- ❖ Hacer el cálculo de la corriente de corto circuito.
- ❖ Se selecciona el valor máximo de contribución de la corriente de corto circuito simétrica hacia cada uno de los buses del sistema de baja tensión en caso de falla en las terminales de éstos.
- ❖ De acuerdo con las características de tiempo de los dispositivos de protección se emplea para el cálculo de la sección de conductores la corriente de corto circuito afectada por un factor de asimetría para el caso de los alimentadores a las cargas se empleó un factor de asimetría igual a 1.3.

-
-
- ❖ Se considera el empleo de conductores para el sistema eléctrico de baja tensión de cobre, aislamiento THW-LS suaves, 75°C, 600 volts y sus valores de resistencia y reactancia están basados en la tabla 9 de la NOM-001. Las temperaturas de operación y de corto circuito para el aislamiento (PVC) THW-LS, de acuerdo con la tabla 12-3 de la Norma ANSI/IEEE Std. 141-1993, son 75°C y 150°C respectivamente.
 - ❖ Se considera para los interruptores del sistema de baja tensión un tiempo para despejar la falla igual a 2 ciclos como máximo.
 - ❖ Con el objeto de que todo el calor generado por la circulación de corriente de corto circuito sea absorbido por el conductor y no se transmita al aislamiento, el incremento de temperatura en función de la sección transversal del conductor, la magnitud de la corriente de falla y el tiempo de duración de ésta. Para conductores de cobre, estas variables se relacionan con la siguiente ecuación.

$$\frac{I_{CC}}{CM}^2 * t = 0.0297 * \text{Log}_{10}\left(\frac{T_{CCA} + 234.5}{T_{OA} + 234.5}\right)$$

A partir de esta ecuación se obtiene el calibre del cable que soporte la corriente de corto circuito. Es posible también usar graficas del fabricante con el aislamiento correspondiente.

Hasta aquí se han presentado las ecuaciones que permiten seleccionar un cable para el circuito derivado que permite llevar energía eléctrica hasta el punto final de consumo en las diferentes áreas del edificio. Este cable requiere una protección en el punto de inicio y en algunos casos desemboca en un medio de desconexión y/o protección antes de llegar a la carga final como es el caso de motores. Las ecuaciones involucradas se presentan en la sección 3.3.5 del trabajo.

3.3.5 Protección en circuitos derivados.

Nomenclatura de Variables y Unidades.

S_{RB} = Potencia Aparente a Rotor Bloqueado (VA)

CP = Caballos de Potencia (CP)

V_{FF} = Voltaje Fase-Fase

I = Corriente (A)

I_{Nom} = Corriente Nominal (A)

I_D = Corriente Demandada (A)

I_{Pro} = Corriente de Protección (A)

I_{SC} = Corriente de Sobrecarga (A)

I_{RB} = Corriente a Rotor Bloqueado (A)

I_{Des} = Corriente de Desconexión (A)

F_{Pro} = Factor de la Protección

Para calcular la corriente de la protección se corrige el valor de la corriente demandada por el factor de protección como lo establece 220-10 (a) y 240-4 de la NOM-001.

$$I_{Pro} = I_D * 1.25$$

Este valor de corriente establece el límite inferior de corriente para el conductor del circuito derivado que debe ser protegido contra sobrecarga. Es importante mencionar que aunque se seleccione un conductor cuya ampacidad sea mayor a la corriente demandada el valor de corriente de protección no debe ser mayor que el valor de la ampacidad corregida del conductor considerando los otros factores. El valor de capacidad de corto circuito será establecido por el resultado obtenido del cálculo de corto circuito en el punto en que sea colocada la protección. Para proporcionar estas protecciones se utiliza un dispositivo denominado interruptor de potencia en baja tensión, el cual posee elementos térmicos y magnéticos.

Para el caso de motores se requiere de una instalación especial dadas sus características de funcionamiento, ya que pueden ser un punto de riesgo para las personas o la instalación.

La protección en los conductores de los motores debe soportar la corriente de arranque o corriente a rotor bloqueado del motor y al mismo tiempo dejar trabajar en condiciones nominales de carga al mismo. La corriente de protección se obtiene al corregir la corriente demandada a plena carga por el factor de protección como lo establece la tabla 430-52 de la NOM-001.

$$I_{PRO} = I_D * F_{PRO}$$

Tipo de motor	porcentaje de la corriente a plena carga			
	Fusible sin retardo de tiempo	Fusible de dos elementos (con retardo de tiempo)	Interruptor automático de disparo instantáneo	Interruptor automático de tiempo inverso
Motores monofásicos	300	175	800	250
Motores polifásicos de corriente alterna distintos a los de rotor devanado	300	175	800	250
De jaula de ardilla: diferentes de los de diseño B energéticamente eficientes	300	175	800	250
De diseño B energéticamente eficientes	300	175	1100	250
Sincrónicos	300	175	800	250
Con rotor devanado	150	150	800	150
De corriente continua (tensión constante)	150	150	250	150

Tabla 3.26 Factor de protección para motores.
(NOM-001, 2012, 4ta sección).

Una vez obtenida el dato para seleccionar la protección es necesario saber el valor de corriente a rotor bloqueado que debe permitir para arrancar, para ello debemos ver en la placa de dato la letra de código e ir a la tabla 430-7(b) de la NOM-001 y obtener la corriente de ajuste con:

$$I_{RB} = \frac{S_{RB} * CP}{1.732 * V_{FF}}$$

Hasta ahora se ha protegido el circuito que alimenta al motor sin embargo el motor debe ser protegido contra sobre carga según 430-32 (a) (1) de la NOM-001. Para este cálculo se requiere el valor nominal de corriente y el factor de servicio indicado en la placa de datos.

$$I_{SC} = I_{Nom} * 1.25$$

Si el motor carece de elementos de control (arranque y paro según 430-82 (a) de la NOM-001) de fábrica es necesario proporcionárselos. Los circuitos y protecciones del mismo se calculan como se ha visto anteriormente.

Para efectos de mantenimiento y seguridad del personal que lo realice el motor debe ser desconectado por un medio que se encuentre en lugar y a la vista donde se encuentra el mismo según 430-102 (b) de la NOM-001. La corriente de desconexión se obtiene al corregir la corriente demandada como lo establece 430-110 de la NOM-001.

$$I_{Des} = I_D * 1.15$$

Para proporcionar esta protección se utiliza un dispositivo denominado desconectador de navajas, cuya capacidad especificada en CP o KW dependerá de la corriente obtenida anteriormente y la corriente a rotor bloqueado según la letra de diseño en 430-251(b) de la NOM-001.

3.3.6 Canalización de circuitos derivados.

Después de elegir el conductor es importante proporcionarle un medio de alojamiento para protegerlo físicamente; los diferentes medios de canalizarlo tubo, ducto y en algunos casos charola, no pueden contener una cantidad ilimitada de cables, la NOM-001 establece restricciones para el uso de estos diferentes elementos siendo responsabilidad del ingeniero comprobar las áreas mínimas de uso.

En el caso de tubería se debe dejar un área libre para favorecer la disipación de calor y que los conductores no deterioren su aislamiento prematuramente. Si no se hace esto el calor no se distribuye en el medio quedándose en los conductores y es un factor más de fallas y cortos circuitos en el sistema. Para el cálculo del tubo es necesario conocer el factor de relleno que se aplica para diferentes cantidades de conductores la tabla 1 de la NOM-001 lo establece, (tabla 3.27).

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

Tabla 3.27 Factores de relleno (NOM-001, 2012, 9na sección).

Nomenclatura de Variables y Unidades.

A_{Con} = Área del Conductor (m^2 o mm^2)

A_{Tub} = Área del Tubo (m^2 o mm^2)

A_{Duc} = Área de Ducto (m^2 o mm^2)

F_R = Factor de Relleno

Entonces

$$F_R = \frac{A_{Con}}{A_{Tub}}$$

Donde

$$A_{Tub} = \frac{A_{Con}}{F_R}$$

Si hay varios conductores de diferentes calibres:

$$A_{Tub} = \frac{\Sigma A_{Con}}{F_R}$$

Obtenido el valor necesario del área se elige el diámetro de tubo según la tabla 4 de la NOM-00, (tabla 3.28).

Artículo 342 – Tubo conduit metálico semipesado (IMC)							
Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²
12	¾	—	—	—	—	—	—
16	½	16.80	222	133	117	69	89
21	¾	21.90	377	226	200	117	151
27	1	28.10	620	372	329	192	248
35	1 ¼	36.80	1064	638	564	330	425
41	1 ½	42.70	1432	859	759	444	573
53	2	54.60	2341	1405	1241	726	937
63	2 ½	64.90	3308	1985	1753	1026	1323
78	3	80.70	5115	3069	2711	1586	2046
91	3 ½	93.20	6822	4093	3616	2115	2729
103	4	105.40	8725	5235	4624	2705	3490

Tabla 3.28 Diámetros nominales de tubo (NOM-001, 2012, 9na sección).

Para el caso de ducto cuadrado la NOM-001 establece en 376-22 (a) que no se debe ocupar más de un 20% del área total.

Entonces

$$F_R = \frac{A_{Con}}{A_{Duc}}$$

Donde

$$A_{Duc} = \frac{A_{Con}}{F_R}$$

Si hay varios conductores de diferentes calibres:

$$A_{Duc} = \frac{\Sigma A_{Con}}{F_R}$$

Sin embargo para más de 30 conductores de fase se debe aplicar el factor de ajuste por agrupamiento antes mencionado.

3.3.7 Tableros.

Hasta este momento se ha explicado la forma de determinar los circuitos derivados para las diferentes cargas distribuidas en el edificio, sin embargo como se explicó en el análisis de carga éstas deben ser agrupadas y para ello se utiliza en un primer nivel los tableros derivados de alumbrado o contactos. Una vez agrupadas así se tiene un siguiente nivel de agrupación, un tablero de tableros o tablero general de distribución. Finalmente se tiene un centro de control de motores o CCM. Su clasificación en servicio normal o emergencia dependerá de la capacidad de la planta de emergencia. Básicamente la ecuación para determinar la capacidad de los tableros derivados y generales es la misma, sin embargo cada uno tiene especificaciones distintas.

Nomenclatura de Variables y Unidades.

S_{Nom} = Potencia Aparente Nominal (VA)
 S_{Carga} = Potencia Aparente de la Carga (VA)
 S_{Reg} = Potencia Aparente de Regulada (VA)
 S_R = Potencia Aparente de Reserva (VA)
 S_{PC-M} = Potencia Plena Carga de Motor (VA)
 S_{PC-MM} = Potencia Plena Carga de Motor Mayor (VA)
 I_{Tot} = Corriente Total (A)
 I_{Cir} = Corriente en el Circuito (A)
 N_{Cir} = Número de Circuitos

Para el caso de los tableros derivados de alumbrado y contactos, consiste en sumar las cargas agrupadas y considerar un cierto porcentaje de reserva. Esta capacidad no debe ser menor a su alimentador como se establece en 408-30 de la NOM-001.

$$S_{Nom} = \sum S_{Carga} + S_R$$

Para calcular el número de circuitos derivados se parte de los VA totales en una cierta área ya sea de alumbrado o contactos y se obtiene la corriente total de ese subconjunto en particular, se multiplica por 1.25 con el fin de no usar al límite de 100% el circuito y se divide entre la capacidad del circuito en amperes según 210-11 (a) de la NOM-001.

$$N_{Cir} = \frac{1.25 * I_{Tot}}{I_{Cir}}$$

Estos tableros no deben tener mas 42 circuitos de protección contra sobre corriente, 408-36 Ex2 de la NOM-001.

Para el caso de los tableros generales la idea es similar, es decir sumar las cargas de tableros y considerar un cierto porcentaje de reserva.

$$S_{Nom} = \sum S_{Carga} + S_R$$

3.3.8 Centro de control de motores.

Como se ha mencionado antes, la capacidad del tablero está relacionada con la del alimentador por lo que en el caso de la capacidad de nuestro CCM es importante hacer la suma de las corrientes a plena carga de todos los motores y sumarle el 25% de la corriente del motor de mayor potencia.

$$S_{Nom} = \sum S_{PC-M} + 25\% S_{PC-MM} + S_R$$

3.3.9 Sistema ininterrumpible de energía (UPS)

Para obtener la capacidad de del sistema de energía ininterrumpible se sumarán los diferentes tableros designados para proporcionar energía regulada.

$$S_{Nom} = \sum S_{Reg}$$

3.3.10 Transformador.

Para obtener la capacidad del transformador se sumara el total de las potencias de los equipos que proporcionan energía y se agregará un porcentaje de crecimiento a futuro.

$$S_{Nom} = F_D \sum S_{No\ Cont} + F_S \sum S_{Cont} + S_R$$

3.3.11 Planta de emergencia.

Para obtener la capacidad de la planta de emergencia se suman las potencias de los equipos que proporcionan energía en emergencia y se agrega un porcentaje de crecimiento a futuro.

$$S_{Nom} = \sum S_{Emer} + S_R$$

3.3.12 Circuitos alimentadores.

Las ecuaciones para calcular los circuitos alimentadores son estructuralmente las mismas que la de los circuitos derivados ya que están en función del arreglo trifásico de un circuito bajo el cual se hace la distribución. Aunque hay un apartado especial en la norma para el alimentador de cada equipo de utilización, es importante mencionar que la corriente que se utiliza proviene de la suma del conjunto de cargas agrupadas y no de una carga única.

Criterios para el cálculo de circuitos alimentadores.

- A) Por conducción de corriente.
- B) Por caída de tensión
- C) Por corto circuito

Nomenclatura de Variables y Unidades.

V_{FN} = Voltaje Fase-Neutro (127V)

V_{FF} = Voltaje Fase-Fase (220V)

%e = Caída de tensión en porciento

ΔV = Cambio en Voltaje

$I_{Nom-TDer}$ = Corriente Nominal Tablero Derivado (A)

$I_{Nom-TGral}$ = Corriente Nominal Tablero General (A)

I_D = Corriente Demandada (A)

I_{PC-M} = Corriente Plena Carga de Motor (A)

I_{PC-MM} = Corriente Plena Carga de Motor Mayor (A)

I_{CCont} = Corriente de Carga Continua (A)

$I_{No\ CCCont}$ = Corriente de Carga No Continua (A)

$I_{Nom\ PE}$ = Corriente Nominal Planta Eléctrica (A)

$I_{C\ Alim}$ = Corriente de Circuito Alimentador (A)

I_{CC} = corriente de Corto Circuito (KA)

I_R = Corriente de Reserva (A)

Z_{Alim} = Impedancia del alimentador (Ω/m)

F_D = Factor de Demanda

F_{Div} = Factor de Diversidad

F_S = Factor de Simultaneidad

F_P = Factor de Potencia

F_T = Factor de Temperatura

F_A = Factor de Agrupamiento

t = Tiempo (S)

L = Largo o longitud (m)

A_{Alim} = Área del alimentador (m^2 o mm^2)

CM = Área en circular mils

T = Temperatura ($^{\circ}C$)

T_{CCA} = Temperatura de Corto Circuito de Aislamiento ($^{\circ}C$)

T_{OA} = Temperatura de Operación del Aislamiento ($^{\circ}C$)

CF = Conductores por fase.

A) Por conducción de corriente.

Una vez que se obtiene la corriente nominal por medio de las ecuaciones trifásicas vistas antes, ésta se modifica con un factor según el tipo de carga de que se trate, a esta corriente se le llama corriente demandada (I_D). Se aplica un factor de simultaneidad (F_S) para las cargas continuas de alumbrado en tableros y un factor de demanda (F_D) para las cargas no continuas de las tomas de corriente o receptáculos en tableros según 220-40 de la NOM-001

$$I_D = I_{Nom-TDer} * F_S$$

$$I_D = I_{Nom-TDer} * F_D$$

El valor de los factores se obtiene de las tablas 220-42 y 220-44 de la NOM-001, (tabla 3.29).

Tipo de inmueble	Parte de la carga de alumbrado a la que se aplica el factor de demanda (voltamperes)	Factor de demanda (%)
Almacenes	Primeros 12 500 o menos	100
	A partir de 12 500	50
Hospitales	Primeros 50 000 o menos	40
	A partir de 50 000	20
Hoteles y moteles, incluyendo los apartamentos sin cocina para los inquilinos*	Primeros 20 000 o menos	50
	De 20 001 a 100 000	40
	A partir de 1 00000	30
Unidades de vivienda	Primeros 3000 o menos	100
	De 3001 a 120 000	35
	A partir de 120 000	25
Todos los demás	Voltamperes totales	100

Parte de la carga de contactos a la que se aplica el factor de demanda (voltamperes)	Factor de demanda (%)
Primeros 10 kVA o menos	100
A partir de 10 kVA	50

Tabla 3.29 Factores para cargas en tableros
(NOM-001, 2012, 1ra sección).

Para los tableros generales de distribución la corriente demanda se obtiene según 220-40 de la NOM-001

$$I_D = (I_{Nom-TGral.} * F_D) / F_{Div}$$

Para el caso del centro de control de motores la corriente demandada se obtiene según 430-24 de la NOM-001.

$$I_D = \sum I_{PC-M} + 25\%I_{PC-MM} + I_R$$

Para el transformador la corriente demandada se obtiene, según 220-40 de la NOM-001

$$I_D = F_D I_{NoCCont} + F_S I_{CCont} + I_R$$

Y para la planta de emergencia la corriente demandada se obtiene según 220-40 y 770-4 de la NOM-001

$$I_D = I_{Nom-PE} + I_R$$

A partir de este valor calculamos por corriente el conductor necesario para nuestro circuito alimentador como se establece en la 215-2 (a) (2) NOM-001.

$$I_{C-Ati} = I_D * 1.25$$

Se selecciona de la tabla 310-15 (b) 16 de la NOM-001 el calibre de cable adecuado con esa ampacidad.

A continuación se modifica la capacidad de corriente del conductor seleccionado por el factor de temperatura, éste dependerá del tipo de ambiente en el que trabaja, para el caso base de 30°C se emplea la tabla 310-15 (b) 2 (a) de la NOM-001. Entonces, la corriente corregida por temperatura se obtiene de la siguiente forma.

$$I_{c1} = I_D * F_T$$

Nuevamente se corrige el valor de la corriente pero ahora por el factor de agrupamiento; para este valor será necesario revisar el proyecto en lo que respecta al cableado y verificar el número de cables en la canalización. Este factor se determina

según la tabla 310-15 (b) 3 (a) de la NOM-001. Entonces la corriente corregida por agrupamiento se obtiene de la siguiente forma:

$$I_{c2} = I_{c1} * F_A$$

B) Por caída de tensión.

La caída de tensión global desde el medio de desconexión principal hasta cualquier salida de la instalación (sea fuerza, alumbrado, contactos, etc.), no debe exceder del 5%. La caída de tensión se debe distribuir razonablemente en el circuito derivado y en el circuito alimentador, procurando que en cualquier de ellos la caída de tensión, no sea mayor del 3%, según 215-2 (a) nota 2 de la NOM-001.

Una vez distribuido el porcentaje de caída de tensión en la trayectoria del circuito esta restricción será constante. Medimos la distancia de la carga al punto de alimentación y usando la fórmula para circuitos trifásicos obtenemos el área. Para el conductor en circuitos alimentadores trifásicos (3F-3H y 3f-4H, con $I_n=0$).

$$A_{Alim} = \frac{2 * \sqrt{3} * I_D * L * CF}{V_{FF} * \%e}$$

En este punto es necesario verificar que el área de nuestro conductor seleccionado por corriente, la cual aparece en la tabla 310-15 (b) 16 de la NOM-001, no sea menor que la obtenida, en caso contrario elegir otro con al menos un área igual.

Con los mismos datos y usando la fórmula adecuada se obtiene la impedancia máxima requerida. Para el conductor en circuitos alimentadores trifásicos (3F-3H y 3f-4H, con $I_n=0$).

$$Z_{Alim} = \frac{V_{FN} * \%e * CF}{\sqrt{3} * 100 * I_D * L}$$

Nuevamente es necesario verificar que la impedancia del conductor seleccionado por corriente, tabla 9 de la NOM-001, no sea menor que la obtenida, en caso contrario elegir otro con al menos una impedancia igual.

Por último, una vez que el conductor es elegido se debe comprobar que las características de este nuevo conductor no sobrepasen el porcentaje de caída de tensión definido inicialmente, para ello bastará despejar el porcentaje de las ecuaciones anteriores y obtenerlo. Para el conductor en circuitos derivados trifásicos (3F-3H y 3f-4H, con $I_n=0$).

$$\%e = \frac{\sqrt{3} * 100 * Z_{Atim} * I_D * L}{V_{FF}}$$

Y para obtener la caída de tensión en volts utilizamos la siguiente ecuación:

$$\Delta V = 2 * Z_{Atim} * I_D * L$$

C) Por corto circuito.

Al igual que los circuitos derivados, el circuito alimentador necesita soportar condiciones breves de corto circuito. El procedimiento y las ecuaciones son las mismas, la ecuación a utilizar es:

$$\frac{I_{CC}^2}{CM} * t = 0.0297 * \text{Log}_{10} \left(\frac{T_{CCA} + 234.5}{T_{OA} + 234.5} \right)$$

A partir de esta ecuación se verifica que el calibre del cable soporte la corriente de corto circuito. Es posible también usar graficas del fabricante con el aislamiento correspondiente.

3.3.13 Protección de alimentadores.

Nomenclatura de Variables y Unidades.

I_D = Corriente Demandada (A)

$I_{Pro-Alim}$ = Corriente de Protección (A)

$I_{Pro-CCM}$ = Corriente de Protección del CCM (A)

I_{Pro-Tr} = Corriente de Protección del Transformador (A)

I_{Pro-PE} = Corriente de Protección de la Planta E. (A)

I_{PC-M} = Corriente Plena Carga de Motor (A)

I_{PC-MM} = Corriente Plena Carga de Motor Mayor (A)

F_{Pro} = Factor de la Protección

Para calcular la corriente de la protección en el alimentador se corrige el valor de la corriente demandada por el factor de protección como lo establece 215-3 y 240-4 de la NOM-001.

$$I_{Pro-Alim} = I_D * 1.25$$

Este valor de corriente establece un límite inferior de corriente para el conductor del circuito derivado que debe ser protegido. Esta protección corresponde a una protección contra sobrecarga. Es importante mencionar que aunque se seleccione un conductor cuya ampacidad sea mayor a la corriente demandada el valor de corriente de protección no debe ser mayor que el valor de la ampacidad corregida del conductor con los otros factores. En cuanto al valor de capacidad de corto circuito será establecido por el resultado obtenido del cálculo de corto circuito en el punto en que sea colocada la protección. Para proporcionar estas protecciones se utiliza un dispositivo denominado interruptor de potencia en baja tensión, el cual posee elementos térmicos y magnéticos.

Para el caso de la protección del centro de control de motores la corriente de protección se obtiene al sumar la corriente de protección del motor mayor más las demás corrientes de motores menores a plena carga como lo establece la tabla 430-62 y 240-4 de la NOM-001.

$$I_{Pro-CCM} = I_{PC-MM} * F_{Pro} + \sum I_{PC-M}$$

El factor de protección se determina con la tabla 430-52 de la NOM-001 (tabla 3.26)

Para el caso de la protección del transformador la corriente de protección se obtiene al corregir el valor de la corriente demandada por el factor de protección como lo establece 450-3 y 240-4 de la NOM-001.

$$I_{Pro-Tr} = I_D * F_{Pro}$$

El factor de protección se determina según la tabla 450-3(a) de la NOM-001, (tabla 3.30)

Limitaciones sobre el lugar	Impedancia nominal del transformador	Protección del secundario					
		Protección del primario, más de 600 volts		Más de 600 volts			600 volts o menos
		Interruptor automático	Valor nominal del fusible	Interruptor automático	Valor nominal del fusible	Valor nominal del interruptor automático o fusible	
Cualquier lugar	No más del 6%	600%	300%	300%	250%	125%	
	Más del 6%, pero máximo el 10%	400%	300%	250%	225%	125%	
Lugares supervisados únicamente	Cualquiera	300%	250%	No se exige	No se exige	No se exige	
	No más del 6%	600%	300%	300%	250%	250%	
	Más del 6% pero máximo el 10%	400%	300%	250%	250%	250%	

Tabla 3.30 Factores para cargas en transformadores (NOM-001, 2012, 4ta sección).

Para el caso de la protección de la planta de emergencia la corriente de protección se obtiene al corregir el valor de la corriente demandada por el factor de protección como lo establece 240-4 de la NOM-001.

$$I_{Pro-PE} = I_D * 1.25$$

3.3.14 Canalización de alimentadores.

Después de elegir nuestro conductor de alimentación es importante proporcionarle un medio de alojamiento para protegerlo físicamente, los diferentes medios de canalizarlo tubo, ducto o charola no pueden contener una cantidad ilimitada de cables, la NOM-001 establece restricciones para las canalizaciones.

Los cables de alimentación pueden ser igualmente canalizados en tubo o ducto y la ecuaciones para obtenerlos han sido presentadas en el apartado de circuitos derivados sin embargo se analizará un soporte más que la norma permite para cables mayores a un calibre 4 (392-10 de la NOM-001) que son normalmente el tamaño del que parten los cables de alimentación. Usaremos charola para canalizar exclusivamente los alimentadores generales con una configuración triangular o trébol.

En el caso de la charola la norma establece definir la forma del tendido de los conductores para dimensionarla (392-22 (b) (1) (d) de la NOM-001). Se instalaran en forma triangular o cuadrada. Y la longitud quedara definida por la siguiente ecuación.

$$L_{Char} = \Sigma d_{Cond} + (2.15 d_{Cond-M} * N_e)$$

Dónde:

L_{Char} = longitud de la Charola

d_{Cond} = Diámetro del Conductor

d_{Cond-M} = Diámetro del Conductor Mayor

N_e = Número de espacios

Sin embargo al utilizar esta forma de canalización es necesario consultar otras tablas para la capacidad de conducción de corriente en los cables ya seleccionados anteriormente, de la tabla 310-15 (b) 20 de la NOM-001.

3.3.15 Corriente de corto circuito.

Determinar en una instalación eléctrica el valor de la corriente de corto circuito es tan importante como la determinación de la corriente de carga nominal para la elección de las partes que la conformarán. Se utiliza el método de las MVA'S para proporcionar datos de corrientes del sistema en condiciones de falla. El análisis de corto circuito proporciona valores sobre corrientes y voltajes en condiciones de falla que se necesitan para determinar:

- ✓ Conductores de circuitos derivados y alimentadores.
- ✓ Capacidad interruptora de dispositivos de protección localizados en el sistema.
- ✓ Sistema de tierras en el sistema.
- ✓ Esfuerzos dinámicos en barras de subestaciones y tableros.

Las principales fuentes que alimentan las corrientes de corto circuito son:

- 1.- Generadores, motores y la compañía suministradora.

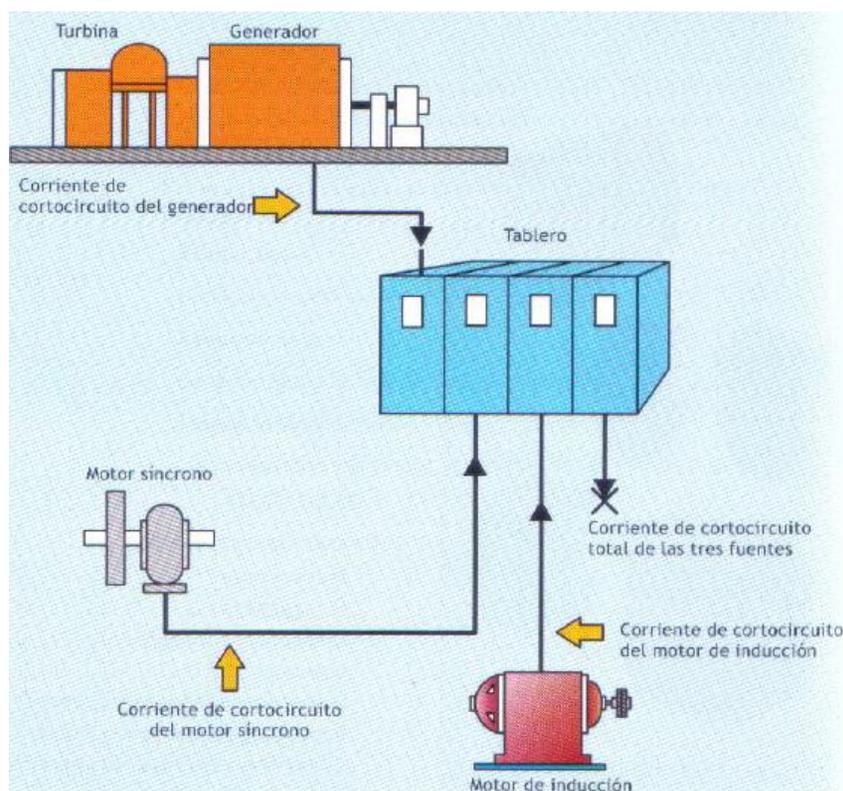


Figura 3.7 Fuentes de corriente de corto circuito.

El método consiste básicamente en lo siguiente.

1.- Establecer la configuración básica del diagrama unifilar.

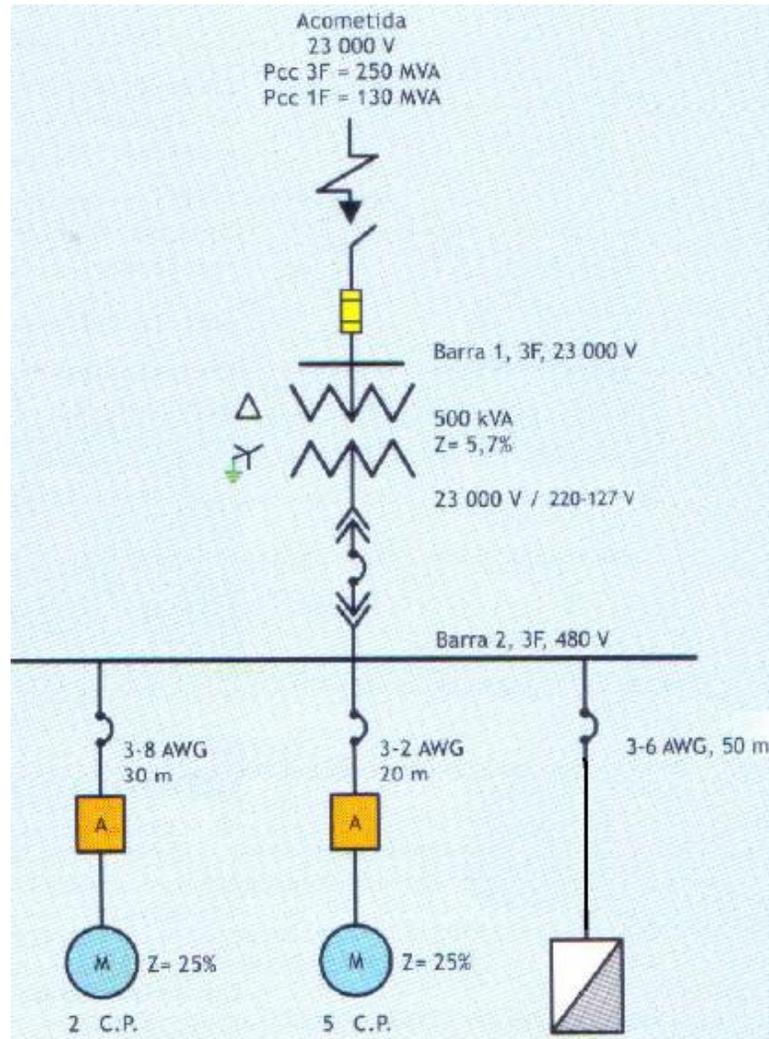


Figura 3.8 Ejemplo un de diagrama unifilar.

2.- Obtener los MVA`S de corto circuito con las siguientes ecuaciones:

$$MVA_{CC} = \frac{MVA_{Eq}}{X_{PU}}$$

$$MVA_{CC} = \frac{KV_{FF}^2}{X_{\Omega}}$$

3.- Sustituir los MVA de cada elemento en el diagrama unifilar formando un diagrama de bloques que será reducido en el punto de falla. Los elementos en paralelo se reducen en serie y los elementos en serie se reducen en paralelo. La corriente de corto circuito se obtendrá con

$$I_{CC} = \frac{1000 * MVA_{CC}}{1.732 * KV_{FF}}$$

Dónde:

MVA_{CC} = Potencia Aparente de Corto Circuito (MVA)

MVA_{Eq} = Potencia Aparente de Equivalente (MVA)

X = Reactancia inductiva (Ω o PU)

V_{FF} = Voltaje Fase-Fase (V)

3.3.16 Sistema de tierra.

Uno de los aspectos importantes es disponer de una red de tierra adecuada a la cual se conecten los neutros, los pararrayos, las estructuras metálicas y todas aquellas partes metálicas que deben estar a potencial de tierra.

La necesidad de contar con una red de tierras es para cumplir con la protección del personal ante los peligros de una descarga eléctrica y evitar que puedan producirse diferencias de potencial que los pongan en riesgo así como proveer una conexión a tierra para disipar las corrientes eléctricas.

La puesta a tierra se plantea como una instalación paralela a la instalación eléctrica con el objeto de proteger a las personas y las instalaciones eléctricas conectadas a ella. La denominada puesta a tierra comprende toda la ligazón metálica directa, entre determinados elementos o partes de una instalación eléctrica y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo con el objeto de conseguir de que el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no existan diferencias de potencial peligrosa y que al mismo tiempo permita el paso a tierra de las corrientes de falla o la de descargas de origen atmosférico.

Nomenclatura de Variables y Unidades.

E_{Toque} = Tensión de toque (V)

E_{Paso} = Tensión de paso (V)

$E_{\text{Paso-tierra}}$ = Tensión de paso tolerable por el cuerpo humano (V)

$E_{\text{Toque-tierra}}$ = Tensión de toque tolerable por el cuerpo humano (V)

I_{CC} = corriente de Corto Circuito (KA)

R = Resistencia eléctrica de la red (Ω)

R_{Cal} = Resistencia eléctrica de la red calculada (Ω)

$R_{\text{Nom-001}}$ = Resistencia eléctrica de la red en norma (Ω)

ρ = Resistividad de terreno ($\Omega\text{-m}$)

ρ_s = Resistividad de terreno bajo los pies ($\Omega\text{-m}$)

F_{CS} = Factor de Crecimiento del Sistema

F_{Dcr} = Factor de Decremento

K_M = Coeficiente que depende del arreglo preliminar de la malla

K_i = Factor de corrección por irregularidad.

K_s = Coeficiente que depende del arreglo preliminar de la malla

L_{Pre} = Longitud preliminar (m)

L_{Cal} = Longitud calculada (m)

T_M = Temperatura máxima admisible de las conexiones ($^{\circ}\text{C}$)

T_A = Temperatura ambiente ($^{\circ}\text{C}$)

D_{CR} = Distancia entre conductores de la red (m)

N_{CM} = Número de conductores de la malla

h_P = Profundidad de enterramiento de la red (m)

r = Radio equivalente a la superficie de la malla (m)

t = Tiempo (s)

Para el diseño de la red o malla de tierra se seguirá el siguiente procedimiento:

1.- Conocer las características del suelo, resistividad (ρ) del terreno.

2.- Conocer la corriente máxima de falla a tierra. Una vez conocida la corriente de corto circuito esta debe modificarse por un factor de decremento según la tabla II de la norma IEEE-80 y un factor por crecimiento del sistema.

$$I_{\text{CC}} = I_{\text{CC}} * F_{\text{Dcr}} * F_{\text{CS}}$$

3.- Elaborar el diseño preliminar del sistema de tierras. Este diseño es un arreglo inicial que toma en cuenta el área ocupado por subestación en la cual se traza una malla con conductores transversales y paralelos.

$$L_{Pre} = \sum L_{Cond}$$

La suma de las longitudes de los conductores debe ser cuando menos igual a la obtenida con:

$$L_{Cal} = \frac{K_M * K_i * \rho * I_{CCM} * \bar{t}}{116 + 0.17\rho_s}$$

$$L_{Cal} \leq L_{Pre}$$

Si la longitud preliminar estimada es menor a la calculada entonces nuestro arreglo es adecuado, en caso contrario es necesario regresar y redistribuir la malla.

Como K_M dependen del arreglo preliminar los obtenemos con:

$$K_M = \frac{1}{2\pi} \ln \frac{D^2}{16h_p d_{Cond}} + \ln \frac{3}{4} \frac{5}{6} \frac{7}{8} \dots \dots ect$$

Donde el número de términos será $N_{CM} - 2$, del número de conductores paralelos o transversales de la malla por lo que el valor final se calcula como un promedio.

$$K_M = \frac{K_{M1} + K_{M2}}{2}$$

K_i depende del arreglo preliminar

$$K_i = 0.65 + 0.172(N_{CM} - 2)$$

Donde $N_{CM} - 2$ corresponde al número de conductores paralelos o transversales de la malla, el valor final se calcula como un promedio.

$$K_i = \frac{K_{i1} + K_{i2}}{2}$$

El diámetro del conductor mínimo del sistema de tierra se obtiene con la ecuación de Onderdonk, norma IEEE-80

$$A = \frac{I_{CCM}}{\frac{\log_{10}\left(\frac{T_M - T_A}{234 + T_A} + 1\right)}{33s}}$$

4.- Determinar la resistencia del sistema de tierras. Para ello es necesario saber el radio del área equivalente a la superficie que cubre la red de tierra.

$$r = \frac{A}{\pi}$$

$$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$$

Si la resistencia calculada es menor a la establecida en la tabla 921-25 (b) de la NOM-001, entonces el arreglo es adecuado, en caso contrario es necesario regresar y redistribuir la malla o red de tierra.

$$R_{cal} < R_{NOM-001}$$

5.- Calcular las tensiones de paso y toque con las siguientes ecuaciones, norma IEEE-80:

$$E_{Toque} = K_{mM} * K_i * \frac{I}{L} \rho$$

$$E_{Paso} = K_S * K_i * \frac{I}{L} \rho$$

Dónde:

$$K_S = \frac{1}{\pi} \left\{ \frac{1}{2h_P} + \frac{1}{D_{CR} + h_P} + \frac{1}{2D_{CR}} + \frac{1}{3D_{CR}} \dots \dots \right\}$$

El número de términos es el número de conductores transversales de la malla N_{CM} .

6.- Calcular las tensiones tolerables al cuerpo humano con las siguientes ecuaciones, norma IEEE-80:

$$E_{Toque-tierra} = \frac{116 + 0.17\rho}{\bar{t}}$$

$$E_{Paso-tierra} = \frac{116 + 0.7\rho}{\bar{t}}$$

7.- Finalmente para comprobar que la red de tierras es segura se deberá cumplir la desigualdad de la norma IEEE-80

$$\frac{K_M * K_i * \rho * I * \bar{t}}{L} - 0.17\rho_S < 116$$

Para el cable de seguridad o tierra en los circuitos derivados internos y alimentadores se calcula tomando el valor de I_{Pr0} calculado para el circuito y se usa la tabla 250-122 de la NOM-001. La sección del conductor de tierra no podrá ser menor al indicado allí, sin embargo, sí es posible tomar uno de mayor área como medio de compensar una caída de tensión, tabla 3.31.

Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc., sin exceder de: (amperes)	Tamaño			
	Cobre		Cable de aluminio o aluminio con cobre	
	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil
15	2.08	14	—	—
20	3.31	12	—	—
60	5.26	10	—	—
100	8.37	8	—	—
200	13.30	6	21.20	4
300	21.20	4	33.60	2
400	33.60	2	42.40	1
500	33.60	2	53.50	1/0
600	42.40	1	67.40	2/0
800	53.50	1/0	85.00	3/0
1000	67.40	2/0	107	4/0
1200	85.00	3/0	127	250
1600	107	4/0	177	350
2000	127	250	203	400
2500	177	350	304	600
3000	203	400	304	600
4000	253	500	380	750
5000	355	700	608	1200
6000	405	800	608	1200

Tabla 3.31 Sección de conductores de puesta a tierra
(NOM-001, 2012, 2da sección).

Para el cable de seguridad o tierra en la acometida se calcula tomando el dato del calibre de la acometida y se utiliza la tabla 250-66 de la NOM-001 (tabla 3.32)

Tamaño del mayor conductor de entrada a la acometida o área equivalente para conductores en paralelo ^a				Tamaño del conductor al electrodo de puesta a tierra			
Cobre		Aluminio		Cobre		Aluminio ^b	
mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil
33.6 o menor	2 o menor	53.50 o menor	1/0 o menor	8.37	8	13.3	6
42.4 o 53.5	1 o 1/0	67.40 o 85.00	2/0 o 3/0	13.3	6	21.2	4
67.4 o 85.0	2/0 o 3/0	107 o 127	4/0 o 250	21.2	4	33.6	2
Más de 85.0 a 177	Más de 3/0 a 350	Más de 127 a 253	Más de 250 a 500	33.6	2	53.5	1/0
Más de 177 a 304.0	Más de 350 a 600	Más de 253 a 456	Más de 500 a 900	53.5	1/0	85.0	3/0
Más de 304 a 557.38	Más de 600 a 1100	Más de 456 a 887	Más de 900 a 1750	67.4	2/0	107	4/0
Más de 557.38	Más de 1100	Más de 887	Más de 1750	85.0	3/0	127	250

Tabla 3.32 Sección de conductores de puesta a tierra en acometida (NOM-001, 2012, 1ra sección).

3.3.17 Sistema de pararrayos.

Las descargas atmosféricas tienden a viajar por las partes metálicas que se extienden en la dirección de ellas, es por eso que deben suministrarles un camino de conductores metálicos convenientemente aterrizados y de una proporción adecuada para evitar que se dañe las instalaciones del inmueble. La idea básica es proporcionar un medio de baja impedancia por el cual la descarga pueda disiparse sin causar daños debidos a las fuerzas mecánicas y el calor generado.

Para determinar el radio de protección necesario que cubra el área de nuestro edificio, se emplea la ecuación definida en la norma NFC17-102 para un determinado nivel de protección.

$$r_{Pro} = \frac{h_{PR-S} \cdot 2D_{NP} - h_{PR-S}^2 + \Delta L(2D_{NP} + \Delta L)}{2D_{NP}}$$

Dónde:

r_{PR0} = Radio de protección (m)

h_{PR-S} = Altura sobre la superficie del edificio (m)

D_{NP} = constante según el nivel de protección (m)

$\Delta L = 10^6 \Delta t$ (m)

Los valores de entrada para obtener el radio de protección son proporcionados por el fabricante para alturas mayores de cinco metros, si la altura del pararrayo es menor, el fabricante proporciona catálogos para consultar los radios de protección, figura 3.9.

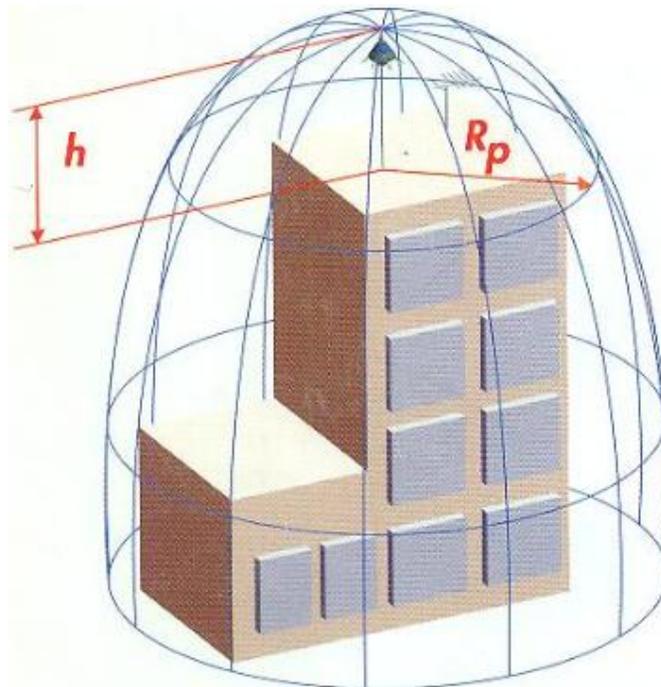


Figura 3.9 Esquema de funcionamiento de pararrayos

3.3.17 Factor de potencia.

En una instalación eléctrica existen cargas resistivas, capacitivas e inductivas, sin embargo la predominancia de una de ellas hace que el factor de potencia de la instalación se comporte de una determinada forma. Dada la presencia de motores es posible que la energía reactiva atrase el factor de potencia a causa del aumento del flujo para generar campos magnéticos, esto repercute en pérdidas eléctricas y económicas y es por esta razón que será necesario compensar con capacitores para mejorar el factor potencia y evitar penalizaciones y pérdidas.

Existen varios métodos para calcular el valor del capacitor como son tablas o nomogramas que dan directamente el valor requerido con ciertos valores de entrada sin embargo usaremos el método analítico que permite calcular a partir del factor de potencia de entrada y el deseado el valor del capacitor, figura 3.10.

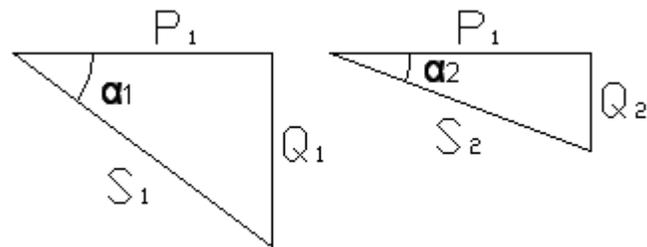


Figura 3.10 Corrección del factor de potencia

La parte central del método requiere saber el factor de potencia en la instalación a partir de las cargas totales cuantizadas, una vez conocido el factor de potencia que se tiene en la instalación, se plantea el factor de potencia deseado y se sustituye en la siguiente ecuación.

$$Q_{Cap} = P_{Inst} \tan\alpha_1 - \tan\alpha_2$$

$$\alpha_1 = \text{angcos}(FP_1)$$

$$\alpha_2 = \text{angcos}(FP_2)$$

Dónde:

Q_{Cap} = Potencia Reactiva del Capacitor (VAR)

P_{Inst} = Potencia Real de la Instalación (W)

FP_1 = Factor de Potencia Actual

FP_2 = Factor de Potencia Deseado

3.4 Cálculos.

A continuación se hacen los cálculos de los diferentes elementos de la instalación, se presentan ejemplos base de los diferentes servicios para después simplificar el cómputo con los programas necesarios.

3.4.1 Iluminación interna.

a) Tipo Carga: Alumbrado

b) Área de estudio oficinas primer nivel

$A = 270 \text{ m}^2$, $L = 17\text{m}$, $a = 15\text{m}$, $h_{CT} = 0$ (son empotradas), $h_{CL} = 2.4\text{m}$, $h_{CP} = 0.6\text{m}$

Superficies claras, reflexiones base: techo 80%, pared 70%, piso 20%.

c) Sistema de iluminación

Luminario de $0.6 \times 0.6\text{m}$

Dos lámparas de 40W T5, $\phi = 2000 \text{ Lum}$, $D_{LL} = 0.93$, Luz de día $S/P = 2.14$

Balastro electrónico, $F_B = 1$

Condición suciedad: Muy limpio, categoría de mantenimiento II (12 meses), $D_{PL} = 0.98$

Condición suciedad: Muy limpio, categoría de mantenimiento II (1 mes), $D_{SL} = 0.99$

Por la presencia de aire acondicionado $F_{CT} = 1$

Las relaciones de cavidad son:

$$R_{CT} = \frac{5 * 0(17 + 15)}{17 * 15} = 0$$

$$R_{CL} = \frac{5 * 2.4(17 + 15)}{17 * 15} = 1.5$$

$$R_{CP} = \frac{5 * 0.6(17 + 15)}{17 * 15} = 0.4$$

Refletancias efectivas: Techo=80%, Pared=70%, Piso=30%

Coeficiente de utilización para 20% de reflectancia en piso $C_U = 0.69$

Coeficiente de corrección para 30%, $C_{Corr} = 1.0705$

$C_{U30\%} = 0.69 * 1.0705 = 0.738$

Relación S/P= 2.14, $F_{S/P} = (2.14)^{0.74} = 1.755$

Para P_{FN} el flujo indicado en catalogo lo es, $P_{FN} = 1$

El flujo producido en el luminario:

$$\Phi_{Lum} = 2000 * 2 * 0.738 * 0.93 * 0.98 * 0.99 * 1 * 1 * 1.755 * 1$$

$$\Phi_{Lum} = 4674.527 Lum$$

Nivel de iluminación requerido en norma 300Lx

Flujo total requerido para esa área:

$$\Phi_T = 300 * 270 = 81000 Lum$$

Número de luminarios:

$$N_{Lum} = \frac{81000}{4674.527} = 17.32$$

Distancia máxima de separación:

$$D_{MR} = 1.4 * 2.4 = 3.36m$$

Arreglo de luminarios:

$$N_{Colum} = \frac{17}{3.36} = 5.05 \sim 5$$

$$N_{Reng} = \frac{15}{3.36} = 4.46 \sim 4$$

Número de luminarios por arreglo:

$$N_{Lum} = 4 * 5 = 20$$

Disposición de los luminarios.

$$Esp_{Largo} = \frac{17}{5} = 3.4m$$

$$Esp_{Ancho} = \frac{15}{4} = 3.75m$$

Nivel de iluminación corregido:

$$E_{Corr} = \frac{2000 * 2 * 20 * 0.738 * 0.93 * 0.98 * 0.99 * 1 * 1 * 1.755 * 1}{270} = 346.260Lx$$

$$DPEA = \frac{2 * 40 * 20}{270} = 5.9 < 14 \frac{W}{m^2}$$

Finalmente se hace el dibujo o diseño en plano de los luminarios, estos pueden quedar ligeramente movidos debido a la arquitectura del edificio o quizá aumente una o dos mas, sin embargo son pequeña variaciones que no afectan los requerimientos para las actividades ahí realizadas.

Para desarrollar estos cálculos se utiliza un software de cómputo llamado Visual, los cálculos se resumen, el diseño en el área es presentado así como un mapa de la iluminación final. Las hojas son presentadas mas adelante.

3.4.2 Carga en contactos.

a) Tipo Carga: Contacto que alimenta a equipo

Características de receptáculo: 127V, 60Hz, 1F-2H.

b) Ubicación: Oficinas primer nivel

c) Consideraciones generales

Equipo conectado: Impresora laser Marca Kyocera

Placa de datos: 127V, 60Hz, 1F-2H, 1155.7 VA

La corriente nominal es:

$$I_{Impr} = \frac{1155.7}{127} = 9.1A$$

Para un contacto de 15 A la carga máxima es de 12 A por lo que el contacto para esta impresora es de 15 A.

Para los contactos dobles de servicio que estén en un circuito sin cargas específicas el número de salidas por circuito es:

$$N_{Cont} = \frac{15 * 127}{360} = 5.2 \sim 5$$

Debido a la gran cantidad de equipos en el edificio los cálculos se realizan en Excel, los cálculos se presentan en una tabla donde se ven los datos del equipo. Las hojas son presentadas más adelante.

3.4.3 Motores.

a) Tipo Carga: Motor Monofásico

b) Ubicación: Estacionamiento

c) Consideraciones generales

Motor Marca Marathon

Placa de datos: 127V, 60Hz, 1F-2H, 1 CP, $\eta=0.6$, $F_p=0.75$

Letra _{RB} J, Letra _D B

La potencia real:

$$P = 1 * 746 = 746 \text{ W}$$

La corriente nominal se consulta en la tabla 430-248 de la NOM-001

$$I_{Nom} = 14 \text{ A}$$

La corriente para análisis de sobrecarga se calcula con dato de placa

$$I_{Nom} = \frac{746}{127 * 0.75 * 0.6} = 13.05 \text{ A}$$

Corriente a rotor bloqueado letra J

$$I_{RB} = \frac{7.545 * 1}{0.127} = 59.4 \text{ A}$$

Corriente a rotor bloqueado diseño B

$$I_{RB} = 60 \text{ A}$$

a) Tipo Carga: Motor Bifásico

b) Ubicación: Primer Nivel

c) Consideraciones generales

Motor Marca Carrier

Placa de datos: 220V, 60Hz, 2F-2H, 2 CP, $\eta=0.8$, $F_p=0.9$

Letra _{RB} F, Letra _D B

La potencia real:

$$P = 2 * 746 = 1492 \text{ W}$$

La corriente nominal se consulta en la tabla 430-249 de la NOM-001

$$I_{Nom} = 5.9 \text{ A}$$

La corriente para análisis de sobrecarga se calcula con dato de placa

$$I_{Nom} = \frac{1492}{220 * 0.9 * 0.8} = 9.41 \text{ A}$$

Corriente a rotor bloqueado letra F

$$I_{RB} = \frac{5.295 * 2}{0.220} = 48.13 \text{ A}$$

Corriente a rotor bloqueado diseño B

$$I_{RB} = 57.5 \text{ A}$$

Es importante mencionar que algunos equipos ya poseen de fabrica protección contra sobrecarga por lo que solo se proporcionado el des conector a pie de motor.

a) Tipo Carga: Motor Trifásico

b) Ubicación: Sótano

c) Consideraciones generales

Motor Marca Web

Placa de datos: 220V, 60Hz, 3F-3H, 1 CP, $\eta=0.65$, $F_p=0.7$

Letra _{RB} G, Letra _D B

La potencia en watts:

$$P = 1 * 746 = 746 W$$

La corriente nominal se consulta en la tabla vista antes de la NOM-001

$$I_{Nom} = 4.6 A$$

La corriente para análisis de sobrecarga se calcula con dato de placa

$$I_{Nom} = \frac{746}{220 * 1.732 * 0.7 * 0.65} = 4.3A$$

Corriente a rotor bloqueado letra G

$$I_{RB} = \frac{5.945 * 1}{0.220 * 1.732} = 15.6 A$$

Corriente a rotor bloqueado diseño B

$$I_{RB} = 30 A$$

Los cálculos para motores se realizan en un software de cómputo llamado Excel, los cálculos se presentan en una tabla donde se ven los datos. Las hojas son presentadas más adelante.

3.4.4 Circuitos derivados.

a) Tipo carga en el circuito derivado: Alumbrado

b) Ubicación: Primer nivel

c) Consideraciones generales para la carga

Equipo conectado: 18 Lámparas o nueve luminarios

Datos de placa: 127V, 60Hz, 1F-2H, P = 2x40W, F_P= 0.9,

%e = 2.5 máximo (del tablero a la carga)

Carga continua F_S= 1.25

L = 30 m, F_T= 1, F_A= 0.8

Temperatura ambiente 25°C

Carga máxima en un circuito de 15A

$$I_{80\%} = 15 * 0.8 = 12 A$$

Potencia aparente de la luminaria:

$$S_{Lum} = \frac{2 * 40}{0.9} = 88.88 VA$$

$$S_{Tot} = 88.88 * 9 = 800 VA$$

$$I_{Nom} = \frac{800}{127} = 6.29 A$$

Corriente máxima en el circuito:

$$I_D = 6.29 * 1.25 = 7.87$$

Cálculo del circuito derivado:

$$I_C = 7.87 * 1.25 = 9.84 A$$

En función de la corriente se elige de en la tabla de conductores un calibre 12 o 10 cuya capacidad es 25A y 30A respectivamente pero aun falta factores de corrección por lo que optamos por un calibre 10 AWG.

Corrección por temperatura:

$$I_{c1} = 30 * 1.0 = 25A$$

Corrección por agrupamiento:

$$I_{c2} = 25 * 0.8 = 24A$$

Área mínima:

$$A_{Cond} = \frac{4 * 7.87 * 30}{127 * 2.5} = 2.97 \text{ mm}^2$$

El área para nuestro cable seleccionado es 5.26 mm² por lo que es adecuado.

Impedancia máxima:

$$Z_{Cond} = \frac{127 * 2.5}{2 * 100 * 7.87 * 30} = 0.0067 \Omega/m$$

La impedancia para el cable seleccionado es 0.0036 Ω/m por lo que es adecuado.

Caída de tensión para el cable seleccionado:

$$\%e = \frac{2 * 100 * 0.0036 * 7.87 * 30}{127} = 1.35\%$$

En términos de voltaje:

$$\Delta V = 2 * 0.0036 * 7.87 * 30 = 1.69 V$$

La caída de tensión para el cable seleccionado es menor al máximo asignado por lo que es adecuado. Es importante mencionar que el cable seleccionado debe satisfacer las restricciones, el calibre 12 es otra opción sin embargo hay menos pérdidas con el calibre 10 en términos económicos.

Calculo de la protección del circuito derivado:

$$I_{pro} = 7.87 * 1.25 = 9.84A$$

Se elige la inmediata superior 1P-15A quedando un margen suficiente de reserva en la capacidad de conducción de nuestro cable seleccionado.

La sección del conductor a tierra se escoge en función de la protección del circuito 1P-15 A y le corresponde un calibre 14AWG pero compensamos por caída de tensión con un 12AWG.

Calculo de la canalización para el circuito derivado:

$$A_{Tub} = \frac{2 * 13.61 + 3.31}{0.4} = 76.32mm^2$$

El tubo debe tener al 40% mínimo 76 mm², por lo que el diámetro del tubo seleccionado de la tabla es 16mm.

a) Tipo carga en el circuito derivado: Sistema de regulación de energía

b) Ubicación: Segundo nivel

c) Consideraciones generales para la carga

Equipo conectado: UPS

Datos de placa: 220V, 60Hz, 2F-2H, 6 KVA

%e = 2.5 máximo (del tablero a la carga)

Temperatura ambiente 25°C

$F_D = 1, F_T = 1, F_A = 1$

$L = 10 \text{ m,}$

Potencia aparente del UPS:

$$S_{UPS} = 6000 \text{ VA}$$

$$I_{Nom} = \frac{6000}{220} = 27.27 \text{ A}$$

Corriente máxima en el circuito:

$$I_D = 27.27 * 1 = 27.27 \text{ A}$$

Calculo del circuito derivado:

$$I_C = 27.27 * 1.25 = 34.09 \text{ A}$$

En función de la corriente se elige en la tabla de conductores un calibre 8 cuya capacidad es 40A, pero aún falta factores de corrección.

Corrección por temperatura:

$$I_{c1} = 40 * 1.0 = 40 \text{ A}$$

Corrección por agrupamiento:

$$I_{c2} = 40 * 1 = 40A$$

Área mínima:

$$A_{Cond} = \frac{4 * 27.27 * 10}{220 * 2.5} = 1.98 \text{ mm}^2$$

El área para nuestro cable seleccionado es 8.37 mm² por lo que es adecuado.

Impedancia máxima:

$$Z_{Cond} = \frac{220 * 2.5}{2 * 100 * 27.27 * 10} = 0.010 \Omega/m$$

La impedancia para el cable seleccionado es 0.0023 Ω/m por lo que es adecuado.

Caída de tensión para el cable seleccionado:

$$\%e = \frac{2 * 100 * 0.0023 * 27.27 * 10}{220} = 0.57\%$$

En términos de voltaje:

$$\Delta V = 2 * 0.0023 * 27.27 * 10 = 1.25 V$$

La caída de tensión para el cable seleccionado es menor al máximo asignado por lo que es adecuado.

Cálculo de la protección del circuito derivado:

$$I_{pro} = 27.27 * 1.25 = 34.08A$$

Se elige la inmediata superior 2P-40A quedando cubierta la capacidad de conducción de nuestro cable seleccionado.

La sección del conductor a tierra se selecciona en función de la protección del circuito 2P-20 A y le corresponde un calibre 12AWG.

Cálculo de la canalización para el circuito derivado:

$$A_{Tub} = \frac{2 * 23.61 + 3.31}{0.4} = 126.325mm^2$$

El tubo al 40% debe tener mínimo 126 mm², por lo que el diámetro del tubo seleccionado de la tabla es 21mm.

a) Tipo de carga en el circuito derivado: Fuerza motriz

b) Ubicación: Sótano

c) Consideraciones generales para la carga

Equipo conectado: Motor Marca Web

Datos de placa: 220V, 60Hz, 3F-3H, 1 CP, $\eta=0.65$, $F_P=0.7$

Letra _{RB} G, Letra _D B

%e = 2.5 máximo (del tablero a la carga)

Temperatura ambiente 25°C

$F_D= 1$, $F_T= 1$, $F_A= 0.8$, $F_{Ser}= 1.15$

L = 20 m

Corriente nominal de tabla:

$$I_{Nom} = 4.6 A$$

Corriente máxima en el circuito:

$$I_D = 4.6 * 1 = 4.6A$$

Cálculo del circuito derivado:

$$I_C = 4.6 * 1.25 = 5.75 A$$

En función de la corriente se elige en la tabla de conductores un calibre 10 cuya capacidad es 30A pero aun falta factores de corrección

Corrección por temperatura:

$$I_{c1} = 30 * 1.0 = 30A$$

Corrección por agrupamiento:

$$I_{c2} = 30 * 0.8 = 24A$$

Área mínima:

$$A_{Cond} = \frac{2 * \sqrt{3} * 4.6 * 20 * 1}{220 * 2.5} = 0.5784 \text{ mm}^2$$

El área para nuestro cable seleccionado es 5.26 mm² por lo que es adecuado.

Impedancia máxima:

$$Z_{Cond} = \frac{220 * 2.5 * 1}{\sqrt{3} * 100 * 4.6 * 20} = 0.03451 \text{ } \Omega/m$$

La impedancia para el cable seleccionado es 0.0036 Ω/m por lo que es adecuado.

Caída de tensión para el cable seleccionado:

$$\%e = \frac{\sqrt{3} * 100 * 0.0036 * 4.6 * 20}{220} = 0.26\%$$

En términos de voltaje:

$$\Delta V = 2 * 0.0036 * 4.6 * 20 = 0.66 \text{ V}$$

La caída de tensión para el cable seleccionado es menor al máximo asignado por lo que es adecuado.

Calculo de la protección del circuito derivado (se protege con interruptor termo magnético):

$$I_{Pro} = 4.6 * 2.5 = 11.5A$$

Elegimos la inmediata superior 3P-15A quedando cubierta la capacidad de conducción del cable seleccionado.

Corriente a rotor bloqueado (letra G) que debe permitir

$$I_{RB} = \frac{5.945 * 1}{0.220 * 1.732} = 15.6 A$$

Se debe proporcionar protección a los motores sin control y protección térmica integrada de fábrica en el punto de instalación.

Cálculo de la protección contra sobrecarga:

$$I_{Nom} = \frac{746}{220 * 1.732 * 0.7 * 0.65} = 4.3A$$

$$I_{SC} = 4.3 * 1.25 = 5.375A$$

Cálculo del elemento contactor:

$$I_{Contac} = 4.6 * 2.5 = 11.5A$$

Corriente a rotor bloqueado (diseño B) que debe abrir:

$$I_{RB} = 30 A$$

Capacidad en CP o KW:

$$CP = 3CP$$

Se debe proporcionar a los motores un medio de desconexión a la vista

$$I_{Descon} = 4.6 * 1.15 = 5.29A$$

Corriente a rotor bloqueado (diseño B) que debe abrir:

$$I_{RB} = 30 A$$

Capacidad en CP o KW:

$$CP = 1.5CP$$

La sección del conductor a tierra se elige en función de la protección del circuito 3P-15 A y le corresponde un calibre 14AWG pero compensamos por caída de tensión con un 12AWG.

Cálculo de la canalización para el circuito derivado:

$$A_{Tubo} = \frac{3 * 13.61 + 3.31}{0.4} = 110.35mm^2$$

El tubo debe tener al 40% mínimo 110 mm², por lo que el diámetro del tubo seleccionado de la tabla es 21mm.

Los cálculos para circuitos derivaos se realizan en un software de cómputo llamado Excel, los cálculos se presentan en una tabla donde se ven los datos. Las hojas son presentadas más adelante.

3.4.5 Tableros derivados y generales.

Una vez que las cargas son cuantificadas éstas deben sumarse por cada fase y obtener la capacidad total. Se le suma un porcentaje de reserva y se calcula la corriente trifásica.

a) Tipo de carga: Tablero derivado (“AA”)

b) Ubicación: Segundo nivel

c) Consideraciones generales

Tablero de alumbrado

220-127V, 60Hz, 3F-4H, $F_D= 1$

Potencia aparente en la fase A:

$$S_{Fase A} = \Sigma S_{CirDer} = 1000 + 688.88 + \dots + 563.88 + 416.66 = 5747.22 VA$$

Potencia aparente en la fase B:

$$S_{Fase B} = \Sigma S_{CirDer} = 777.78 + 666.67 + \dots + 1234.67 + 583.33 = 5684.67 VA$$

Potencia aparente en la fase C:

$$S_{Fase C} = \Sigma S_{CirDer} = 1105.56 + 777.78 + \dots + 850 + 250 = 6058.0 VA$$

Potencia aparente total:

$$S_{\Sigma ABC} = 5747.22 + 5684.67 + 6058.0 = 17489.89 VA$$

Potencia de reserva:

$$S_R = 10.86\%$$

Potencia aparente final:

$$S = 19389.89 \text{ VA}$$

Corriente trifásica total:

$$I_{Nom} = \frac{19389.89}{220 * 1.732} = 50.89 \text{ A}$$

Corriente demandada:

$$I_D = 50.89 * 1 = 50.89 \text{ A}$$

Desbalance:

$$Desv = 2.64\%$$

a) Tipo de carga: Tablero general de distribución (“TGN”)

b) Ubicación: Subestación

c) Consideraciones generales

Carga en tablero: Tableros derivados

220-127V, 60Hz, 3F-4H

$F_{Div} = 1.25$, $F_D = 0.733$

Potencia aparente en la fase A:

$$S_{Fase A} = \Sigma S_{Tab} = 33491.17 + \dots + 11706.20 = 99637.68 \text{ VA}$$

Potencia aparente en la fase B:

$$S_{Fase B} = \Sigma S_{Tab} = 34172.0 + \dots + 12064 = 101802.04 \text{ VA}$$

Potencia aparente en la fase C:

$$S_{Fase C} = \Sigma S_{Tab} = 32602.97 + \dots + 11674.2 = 99812.41 \text{ VA}$$

Potencia aparente total:

$$S_{\Sigma ABC} = 99637.68 + 101802.04 + 99812.41 = 301252.14 \text{ VA}$$

Potencia de reserva:

$$S_R = 0\%$$

Potencia aparente final:

$$S = 301252.14 \text{ VA}$$

Corriente trifásica total:

$$I_{Nom} = \frac{301252.14}{220 * 1.732} = 790.605 A$$

Corriente demandada:

$$I_D = (790.605 * 0.733)/1.25 = 463.694 A$$

Desbalance:

$$Desv = 2.13\%$$

3.4.6 Transformador y la planta de emergencia.

Una vez que todas las cargas son cuantificadas se determina la capacidad del transformador que debe darles servicio.

a) Tipo de carga: Transformador

b) Ubicación: Subestación

c) Consideraciones generales

23KkV/220-127V, 60Hz, 3F-4H

Cargas continuas $F_S = 1.25$

Cargas no continuas $F_D = 0.8$

Potencia aparente demanda:

$$S_{Transf} = \Sigma S_{Cont+No Cont} = 176.686 KVA$$

Potencia aparente comercial:

$$S_{Transf} = 225.0 \text{ KVA}$$

a) Tipo de carga: Planta de emergencia

b) Ubicación: Subestación

c) Consideraciones generales

220-127V, 60Hz, 3F-4H

Potencia aparente demanda:

$$S_{Transf} = \Sigma S_{Emer} = 100.266 \text{ KVA}$$

Potencia aparente comercial:

$$S_{Emer} = 115.0 \text{ KVA}$$

Los cálculos para estos equipos se realizan nuevamente en el software Excel, los cálculos se presentan en una tabla donde se ven los datos. Las hojas son presentadas más adelante.

3.4.7 Alimentadores.

Una vez que la carga en sus diferentes servicios de operación ha sido asignada a un centro de cargas o tablero ya sea derivado o general es necesario calcular el alimentador de éste. En esencia es el mismo procedimiento que para los circuitos derivados, solo cambian algunos aspectos. Además, por la corriente que se maneja, en algunos el número de conductores por fase puede ser en paralelo y es aquí donde se hace el cálculo para la canalización en charola. Todos los tableros se calculan con las ecuaciones trifásicas pues el servicio es 3F-4H con $I_n=0$. En el cálculo hemos distribuido de tal forma la carga, que el desbalanceo en cada uno de ellos no sobrepase el 5%.

a) Tipo carga en el circuito alimentador: Alumbrado

b) Tablero derivado ("AA")

b) Ubicación: Primer nivel

c) Consideraciones generales para la carga

220-127V, 60Hz, 3F-4H,

$F_S = 1.25$ (ya incluido en la suma)

$F_T = 1$, $F_A = 0.8$, $L = 30$ m

%e = 2.0 máximo

$S = 17489.88$ VA

$S_R = 10.86\%$

$S_F = 19389,88$ VA

Potencia aparente final en el tablero:

$$S_{Tab-AA} = 19389,88 \text{ VA}$$

$$I_{Nom} = \frac{19\ 389.89}{\sqrt{3} * 220} = 50.89 \text{ A}$$

Corriente máxima en el circuito alimentador:

$$I_D = 50.89 A$$

Cálculo del circuito alimentador:

$$I_C = 50.89 * 1.25 = 63.61 A$$

En función de la corriente se elige en la tabla de conductores un calibre 2 cuya capacidad es 95A pero aun falta factores de corrección.

Corrección por temperatura:

$$I_{c1} = 95 * 1.0 = 95A$$

Corrección por agrupamiento:

$$I_{c2} = 95 * 1 = 95A$$

Área mínima:

$$A_{Cond} = \frac{2 * \sqrt{3} * 50.89 * 30 * 1}{220 * 2} = 12.02 mm^2$$

El área para nuestro cable seleccionado es 33.6 mm² por lo que es adecuado.

Impedancia máxima:

$$Z_{Cond} = \frac{220 * 2 * 1}{\sqrt{3} * 100 * 50.89 * 30} = 0.001664 \Omega/m$$

La impedancia para el cable seleccionado es 0.00066 Ω/m por lo que es adecuado.

Caída de tensión para el cable seleccionado:

$$\%e = \frac{\sqrt{3} * 100 * 0.00066 * 50.89 * 30}{220} = 0.81\%$$

En términos de voltaje:

$$\Delta V = 2 * 0.00066 * 50.89 * 30 = 1.78 V$$

La caída de tensión para el cable seleccionado es menor al máximo asignado por lo que es adecuado.

Cálculo de la protección del circuito alimentador:

$$I_{pro} = 50.89 * 1.25 = 63.61 A$$

Se elige la inmediata superior 3P-70A quedando cubierta la capacidad de conducción de nuestro cable seleccionado.

La sección del conductor a tierra se selecciona en función de la protección del circuito 3P-70 A y le corresponde un calibre 8AWG, pero compensamos por caída de tensión con un 4AWG

Calculo de la canalización para el circuito derivado:

$$A_{Tub} = \frac{4 * 86.0 + 21.2}{0.4} = 913 mm^2$$

El tubo debe tener al mínimo 913 mm², por lo que el diámetro del tubo seleccionado de la tabla es 41mm.

Dado que la distribución en baja tensión de los circuitos derivados se hace con ducto calcularemos el tamaño de este. Para este tablero se tienen dos ductos ambos con menos de 30 conductores y la suma de sus áreas son 295.0 mm²:

$$A_{Duc} = \frac{295,9}{0,2} = 1479,5 \text{ mm}^2$$

Por lo que el ducto seleccionado es uno de 63.5 x 63.5 mm y 4032.25 mm² de área.

a) Tipo carga en el circuito alimentador: Motores

b) Tablero derivado ("FZ")

b) Ubicación: Subestación

c) Consideraciones generales para la carga

220-127V, 60Hz, 3F-4H,

$F_T=1$, $F_A=1$, $F_D=1$, $L = 15$ m

%e = 2.0 máximo

$S = 79229,6472$ VA

$S_R = 0\%$

$S_F = 79229,6472$ VA

Potencia aparente final en el tablero:

$$S_{Tab-FZ} = 79229.6472 \text{ VA}$$

$$I_{Nom} = \frac{79229.6472}{\sqrt{3} * 220} = 207.93 \text{ A}$$

Corriente máxima en el circuito alimentador:

$$I_D = 207.93 * 1 = 207.93 \text{ A}$$

Cálculo del circuito alimentador:

$$I_C = 9.4 + 2 * 6 + 2 * 9.6 + 10.48 + 12.5 + 2 * 5.6 + 6 * 10.5 + 4.5 + 20.2 + 1.25(20.20)$$

$$I_C = 187.73 \text{ A}$$

En función de la corriente se elige en la tabla de conductores un calibre 3/0 cuya capacidad es 200A pero aún falta factores de corrección.

Corrección por temperatura:

$$I_{c1} = 187.73 * 1.0 = 187.73 A$$

Corrección por agrupamiento:

$$I_{c2} = 187.73 * 1 = 187.73 A$$

Área mínima:

$$A_{Cond} = \frac{2 * \sqrt{3} * 187.73 * 15 * 1}{220 * 2} = 22.17 \text{ mm}^2$$

Como el área del cable seleccionado es 107.2 mm² éste es adecuado.

Impedancia máxima:

$$Z_{Cond} = \frac{220 * 2 * 1}{\sqrt{3} * 100 * 187.73 * 15} = 0,0009 \Omega/m$$

La impedancia para el cable seleccionado es 0.000262 Ω/m por lo que es adecuado.

Caída de tensión para el cable seleccionado:

$$\%e = \frac{\sqrt{3} * 100 * 0.000308 * 207.93 * 15}{220} = 0.68\%$$

En términos de voltaje:

$$\Delta V = 2 * 0.000308 * 187.73 * 15 = 1.5 V$$

La caída de tensión para el cable seleccionado es menor al máximo asignado por lo tanto es adecuado.

Cálculo de la protección del circuito alimentador:

$$I_{Pro-CCM} = 20.2 * 2.5 + 187.73 = 212.98A$$

Elegimos la de 3P-200A quedando cubierta la capacidad de conducción de nuestro cable seleccionado.

La sección del conductor a tierra se elige en función de la protección del circuito 3P-200 A al que le corresponde un calibre 4AWG.

Calculo de la canalización para el circuito derivado:

$$A_{Duc} = \frac{977.2}{0.2} = 4886 \text{ mm}^2$$

Por lo tanto el ducto seleccionado es uno de 100 x 100 mm y 10000 mm² de área

a) Tipo carga en el circuito alimentador: Transformador

b) Transformador

b) Ubicación: Subestación

c) Consideraciones generales para la carga

23KV/220-127V, 60Hz, 3F-4H,

$F_T=1$, $F_A=1$, $L = 50 \text{ m}$

%e = 0.5% máximo

S = 225 KVA

Potencia aparente final en el tablero:

$$S_{Transf} = 225000 \text{ VA}$$

$$I_{Nom-Pri} = \frac{225000}{\sqrt{3} * 23000} = 5.648A$$

Corriente máxima en el circuito alimentador:

$$I_D = 5.648 A$$

Calculo del circuito alimentador:

$$I_C = 5.648 * 1.25 = 7.06 A$$

Entonces por corriente elegimos un calibre 1/0 XLP 23KV 90°C cuya capacidad es 200A pero aun falta factores de corrección.

Corrección por temperatura:

$$I_{c1} = 200 * 1.0 = 200A$$

Corrección por agrupamiento:

$$I_{c2} = 200 * 1 = 200A$$

Área mínima:

$$A_{Cond} = \frac{2 * \sqrt{3} * 5.648 * 50 * 1}{23000 * 0.5} = 0.09 \text{ mm}^2$$

El área para nuestro cable seleccionado es 53.5 mm² por lo que es adecuado.

Impedancia máxima:

$$Z_{Cond} = \frac{23000 * 0.5 * 1}{\sqrt{3} * 100 * 5.648 * 50} = 0,2351 \Omega/m$$

La impedancia para el cable seleccionado es 0.00043 Ω /m por lo que es adecuado.

Caída de tensión para el cable seleccionado:

$$\%e = \frac{\sqrt{3} * 100 * 0.00043 * 5.648 * 50}{23000} = 0.0\%$$

En términos de voltaje:

$$\Delta V = 2 * 0.00043 * 5.648 * 50 = 0.0 V$$

La caída de tensión para el cable seleccionado es menor al máximo asignado por lo que es adecuado.

Cálculo de la protección del circuito alimentador:

$$I_{Pro} = 5.648 * 2.5 = 14.12 A$$

Elegimos la inmediata superior 3FUSIBLES-15 A, 23KV quedando cubierta la capacidad de conducción de nuestro cable seleccionado.

La sección del conductor a tierra se escoge en función del tamaño de los cables de acometida 3-1/0 XLP 23KV 90°C y le corresponde un calibre 6AWG, pero por protección mecánica se elige un 4/0 AWG

Cálculo de la canalización para el circuito derivado:

$$A_{Tub} = \frac{1 * 752 + 53.5}{0.53} = 1519.81 mm^2$$

El tubo debe tener al mínimo 1519.81 mm², por lo que el diámetro del tubo seleccionado de la tabla es 53mm.

Los cálculos para circuitos alimentadores se realizan en un software de cómputo llamado Excel, los cálculos son presentados en una tabla donde se ven los datos. Las hojas son presentadas más adelante.

En los circuitos alimentadores y derivados es necesario verificar que soporte condiciones de corto circuito, pero para ello se requiere determinar el valor de esta corriente. En el apartado siguiente se calcula este valor.

3.4.8 Corriente de Corto circuito.

El objetivo es calcular la corriente de corto circuito para verificar las capacidades que deben soportarla.

a) Cálculo de corto circuito

b) Método de cálculo MVA

b) Consideraciones generales

Cargas de alumbrado y contactos no contribuyen

Se considera $X''_d = 25\%$ para los motores

Datos de la CIA suministradora en la acometida

$P_{CT3} = 220.91$ MVA Simétricos

$P_{CT1} = 163.06$ MVA Simétricos

1.-Diagrama unifilar con los elementos que contribuyen a la corriente de corto circuito

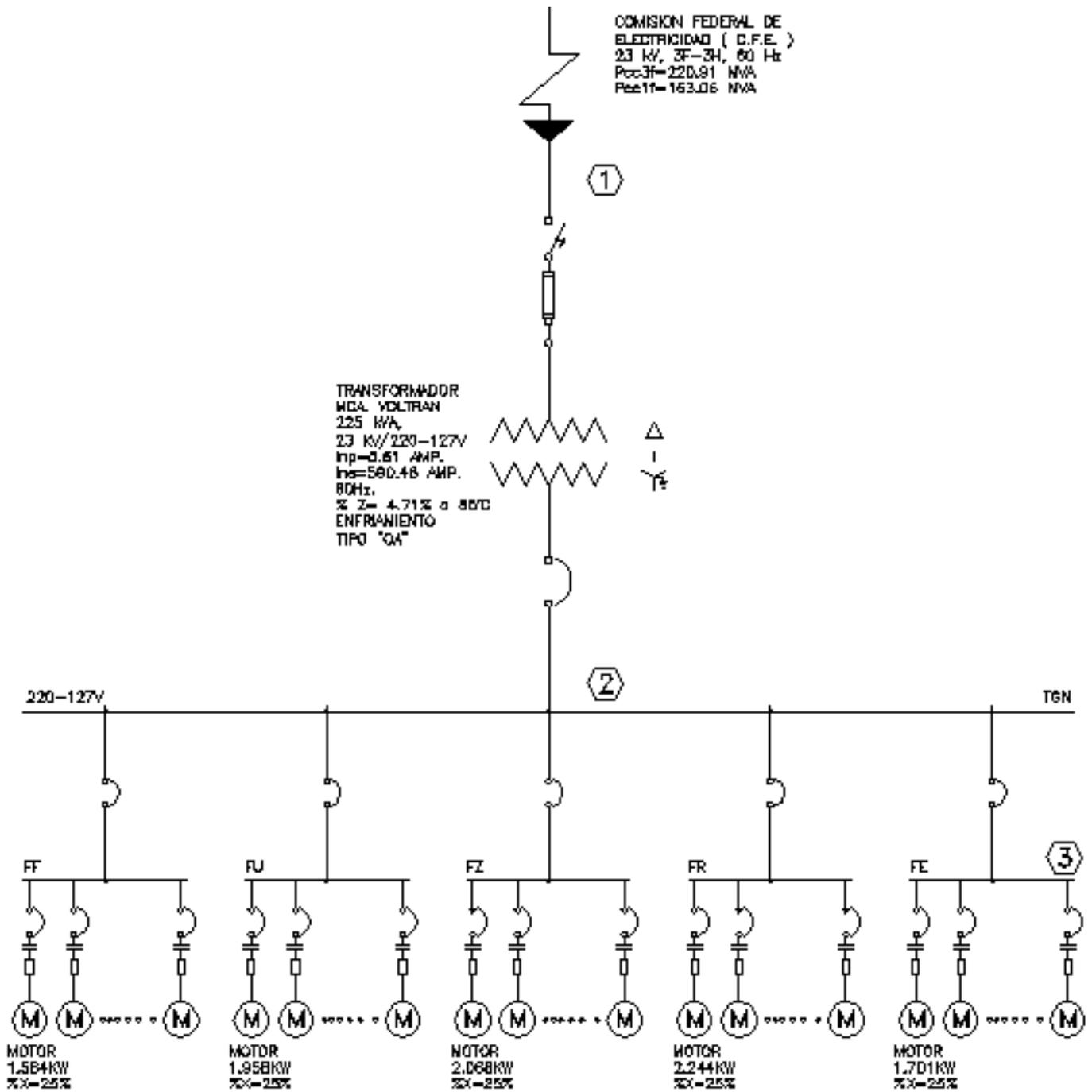


Figura 3.11 Diagrama unifilar con elementos de aportación

2- Conversión a MVA de los diferentes elementos.

CIA Suministradora.

$$MVA_{CC-M} = 220.91MVA$$

Transformador:

$$MVA_{CC-Trans} = \frac{0.5MVA}{0.0471} = 10.6157MVA$$

Motores del tablero FE (Simplificados a uno solo valor equivalente).

$$MVA_{CC} = 0.1361MVA$$

Motores del tablero FR.

$$MVA_{CC-M} = 0.140MVA$$

Motores del tablero FZ.

$$MVA_{CC-M} = 0.1607MVA$$

Motores del tablero FU.

$$MVA_{CC-M} = 0.1783MVA$$

Motores del tablero FF.

$$MVA_{CC-M} = 0.1381MVA$$

3.- Diagrama de bloques del sistema.

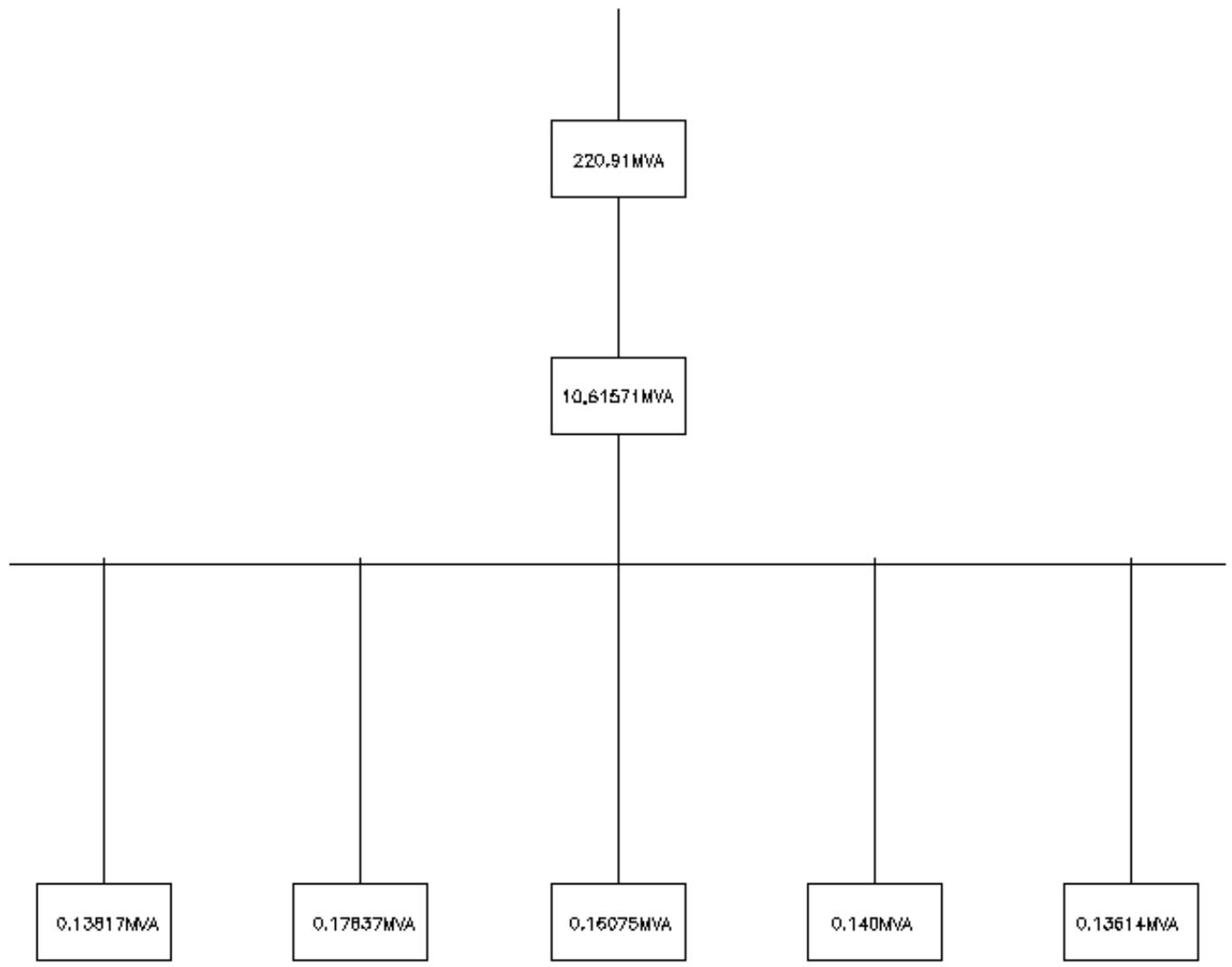


Figura 3.12 Diagrama de bloques del sistema

Reduciendo para el bus 1

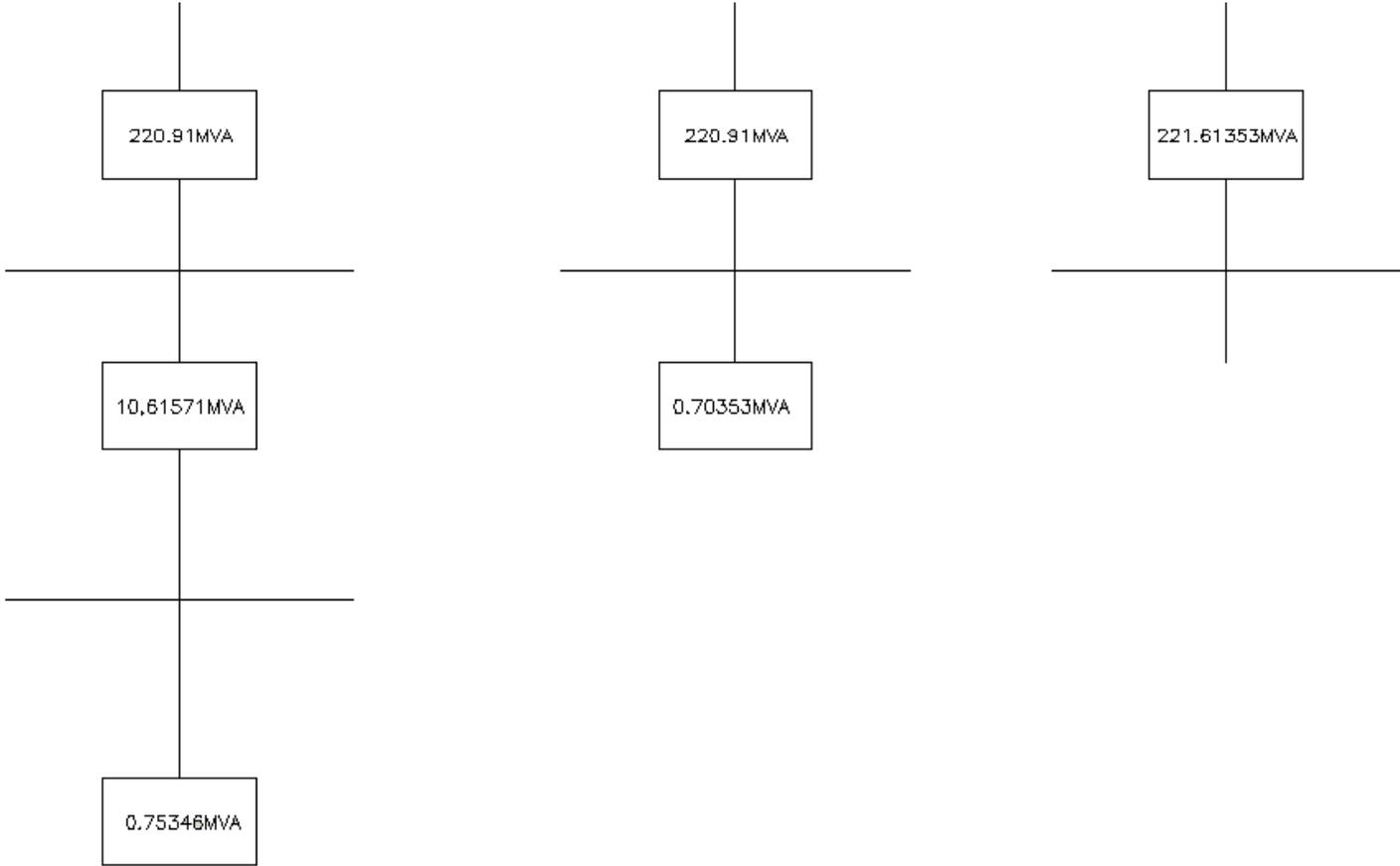


Figura 3.13 Reducción de bloques bus 1

Corriente de corto circuito en el bus 1.

$$I_{CC} = \frac{1000 * 221.6135}{23 * 1.732} = 5563.1471 \text{ A}$$

Reduciendo para el bus 2

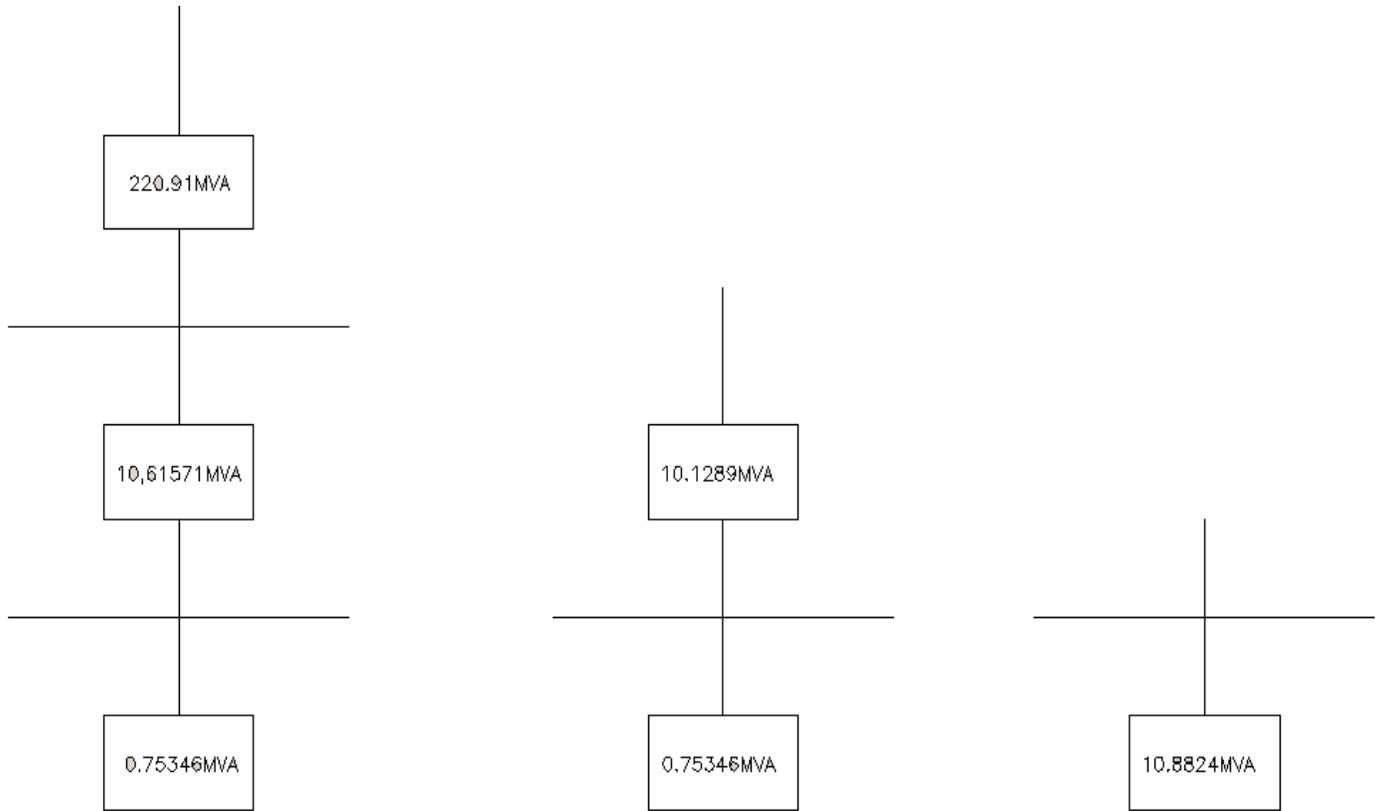


Figura 3.14 Reducción de bloques bus 2

Corriente de corto circuito en el bus 2.

$$I_{CC} = \frac{1000 * 10.8824}{0.22 * 1.732} = 28559.81 A$$

Entonces para el caso del alimentador del tablero de distribución general, el calibre mínimo que soporta estas condiciones en dos ciclos y a una temperatura de operación de 75°C.

$$\frac{28559.81}{CM}^2 * 0.033 = 0.0297 * \text{Log}_{10}\left(\frac{150 + 234.5}{75 + 234.5}\right)$$

$$CM = 98.5125 \text{ KCM}$$

El valor más próximo es 1/0 AWG y como el calibre usado para este tablero es 350 KCM, el conductor soporta esta condición de corto circuito.

Para el caso de los cables desnudos el área se obtiene con:

$$A = \overline{0.033(180)} * 28559.81 = 69.9219 \text{ KCM}$$

El valor más próximo es 2 AWG y como el calibre usado para este tablero es 4/0 AWG, el conductor soporta esta condición de corto circuito.

En cuanto a la protección el valor de corriente de corto circuito se multiplica por un factor de asimetría de 1.2 en baja tensión y de 1.6 en alta tensión (Norma ANSI) por lo que la capacidad final con la que se deben especificar los interruptores y el fusible en baja y alta tensión respectivamente debe ser:

$$I_{CC-ASIM-BT} = 28559.81 * 1.2 = 34271.78A$$

$$I_{CC-ASIM-AT} = 5563.14 * 1.6 = 8901.03A$$

Es posible también usar las gráficas del fabricante que está basada en la ecuación antes mencionada. Para el caso de los de más cables tal condición se verifica así.

3.4.9 Sistema de tierras.

El objetivo es calcular la red o malla de tierra para la subestación eléctrica.

a) Cálculo de la red de tierra.

b) Método de cálculo IEEE-80

b) Consideraciones generales

Tiempo de duración de la falla $t = 0.5$ s

Profundidad de la red $h_p = 0.6$ m

Factor de decremento $F_{Dcr} = 1.232$

Factor de crecimiento del sistema $F_{CS} = 1$

Temperatura ambiente $T_A = 30^\circ\text{C}$

Temperatura de fusión $T_M = 250^\circ\text{C}$

Datos de la CIA suministradora en la acometida

$P_{CT3} = 220.91$ MVA Simétricos

$P_{CT1} = 163.06$ MVA Simétricos

Investigación de las características del suelo.

Del estudio de suelo efectuado se obtuvo un valor de resistividad del terreno de:

$$\rho = 50 \Omega - \text{m}$$

Determinación de la corriente máxima a tierra.

$$I_{CC} = \frac{163.06 * 1000}{1.732 * 23} = 4093.28 \text{ A}$$

$$I_{CC-MAX} = 4093.28 * 1.232 * 1 = 5042.92 \text{ A}$$

Diseño preliminar del sistema de tierra.

$$A = \frac{5042.92}{\frac{\log_{10}\left(\frac{250 - 30}{234 + 30} + 1\right)}{33(0,5)}} = 30.925 \text{ CM}$$

El valor más próximo es 1/0 AWG pero se selecciona el calibre 4/0 AWG.

Numero de conductores horizontales 2

Numero de conductores verticales 5

Numero de electrodos 10

Longitud de conductores horizontales 8.69 m

Longitud de conductores verticales 2.57

Longitud de electrodos 3.05 m

$$L_{Pre} = 2 * 8.69 + 5 * 2.57 + 10 * 3.05 = 60.73 \text{ m}$$

$$K_{M1} = 0$$

$$K_{M2} = \frac{1}{2\pi} \text{Ln} \frac{2^2}{16 * 0.6 * 0.1072} + \frac{1}{\pi} \text{Ln} \frac{3}{4} \frac{5}{6} \frac{7}{8}$$

$$K_{M2} = 0.3992$$

$$K_M = 0.1996$$

$$K_{i1} = 0$$

$$K_{i2} = 0.65 + 0.172(3)$$

$$K_{i2} = 1.116$$

$$K_i = 0.583$$

$$L_{cal} = \frac{0.1996 * 0.583 * 50 * 5042.92 * \overline{0.5}}{116 + 0.17(12000)}$$

$$L_{cal} = 9.64 \text{ m} < 60.73 \text{ m}$$

Resistencia del sistema de tierra.

$$r = \frac{\overline{22.33}}{\pi}$$

$$r = 2.66$$

$$R = \frac{50}{4 * 2.491} + \frac{50}{60.73}$$

$$R = 5.4 \ \Omega$$

Tensiones de paso y contacto del sistema de tierra.

$$E_{Toque} = 0.1996 * 0.583 * \frac{5042.92}{60.73} * 50$$

$$E_{Toque} = 483.14 \text{ V}$$

$$K_S = \frac{1}{\pi} \left\{ \frac{1}{2 * 0.6} + \frac{1}{0.1072 + 0.6} + \frac{1}{2 * 1.1072} \right\}$$

$$K_S = 0.467$$

$$E_{Paso} = 0.467 * 0.583 * \frac{5042.92}{60.73} * 50$$

$$E_{Paso} = 1130.4054 V$$

Tensiones tolerables al cuerpo humano.

$$E_{Toque-tierra} = \frac{116 + 0.17 * 12000}{0.5}$$

$$E_{Toque-tierra} = 3049 V$$

$$E_{Paso-tierra} = \frac{116 + 0.7 * 12000}{0.5}$$

$$E_{Paso-tierra} = 6021.6 V$$

Condición de seguridad

$$\frac{0.1996 * 0.583 * 50 * 5042.92 * \overline{0.5}}{60.73} - 0.17(12000) < 116$$

$$0 < 116$$

3.4.10 Sistema de pararrayo.

Para el caso del pararrayo es necesario conocer la superficie a proteger y la altura a la que se colocará éste sobre la azotea. La ecuación presentada anteriormente es la base de cálculo sobre la cual se elabora la tabla del fabricante. Entonces para una altura de 3m (menor a 5m, se usa catálogo), nivel protección II, modelo TS-2.25 se tiene un radio de protección de 34m que es mas que suficiente para cubre el área del edificio y estacionamiento, tabla 3.33.

Nivel II : PROTECCION INTERMEDIA (D = 45 m)										
<i>h</i> (m) »	2	3	4	5	6	8	10	15	20	<i>Maxi</i> 45m
S 6.60	39	58	78	97	97	98	99	101	102	105
S 4.50	34	52	69	86	87	87	88	90	92	95
S 3.40	30	45	60	75	76	77	77	80	81	85
TS 3.40	30	45	60	75	76	77	77	80	81	85
TS 2.25	23	34	46	57	58	59	61	63	65	70

Tabla 3.33 Radio de protección pararrayo
(Catálogo de fabricante, 2013).

3.4.11 Factor de potencia.

Para el cálculo de la capacidad de los capacitores en la instalación es necesario hacer una estimación en el tiempo de las diferentes cargas demandadas y utilizar el factor de potencia promedio de cada equipo, tabla 3.34.

KVA	Hr/año	KVAHr/año	FPp		KWHr/año	KVARHr/año
100.266141	4500	451197.634	0.9	-	406077.871	196672.489
27.4536	2500	68634	0.7	-	48043.8	49014.4799
21.0012	2500	52503	0.7	-	36752.1	37494.6417
24.11376	2500	60284.4	0.7	-	42199.08	43051.6728
26.7564	2500	66891	0.7	-	46823.7	47769.7289
21.26664	2500	53166.6	0.7	-	37216.62	37968.5469
KWHr/año tot					617113.171	
KVARHr/año _{tot}						411971.559
					FPinst	0.83170006
					Fpdes	0.9
					Ang1	0.58863369
					Ang2	0.45102681
					Tan1	0.66757862
					Tan2	0.4843221
					(Tan1-Tan2)	0.18325652
					KVAR cap	33.6619124

Tabla 3.34 Cálculo de capacitor

3.5 Memorias de cálculo.

La memoria de cálculo son el conjunto de operaciones simplificadas por medio del uso de software de computadora como Visual y Excel. En todos los casos el cómputo se presenta ordenado en cuadros, listas u hojas, con el fin de agilizar su análisis y discusión.

3.5.1 Alumbrado

Para el cálculo de lumen se usa Visual. Se describirá brevemente el arreglo del software pues la esencia de las operaciones ya fueron mostradas. El programa solicita todos los datos antes vistos y una vez cargados, el cálculo y la distribución son realizados.

The screenshot displays the Visual software interface for lighting calculation, organized into several panels:

- Dimensions:** Length [X] is 17 m, Width [Y] is 15 m, and Height [Z] is 3 m.
- Reflectances:** Standard Reflectances are set for Ceiling (80%), Walls (70%), and Floor (20%).
- Units:** Metric [Meters] is selected.
- Work Plane:** Height [Z] is 0,6 m.
- Luminaire Plane:** Mounting Height [Z] is 3 m.
- Ceiling Plane:** Options include Open Ceiling, 2 x 2 Ceiling Grid, 4 x 2 Ceiling Grid, and 2 x 4 Ceiling Grid.
- File:** ies\HT24_2_C F40_A12_ADCF.ies
- General Parameters:** Catalog Number (HT24 2 CF40 A12 ADCF), CU Value (0,91), Lamps per Luminaire (2), Lumens per Lamp (2000), Input Power (68,9 Watt), and Light Loss Factor (1,16).
- Luminaire:** Shape (Rectangular), Length [X] (0,54 m), Width [Y] (0,53 m), and Rotation (90).
- Design Parameters:** Illuminance (300 lux), Number Luminaires, and Power Density (w/m²).
- Design Constraints:** Number Columns [X], Number Rows [Y], Column Spacing [X], Row Spacing [Y], Column Start [X], and Row Start [Y].
- Illuminance Units:** Lux is selected.

Figura 3.15 Datos en Visual

Área Planta Baja.



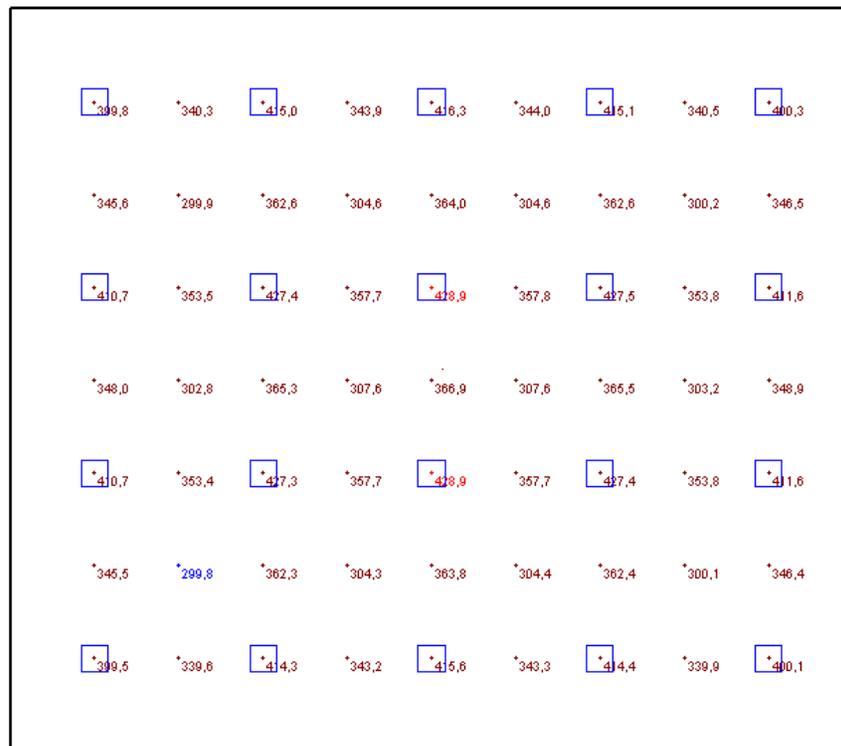
Área Primer Nivel.



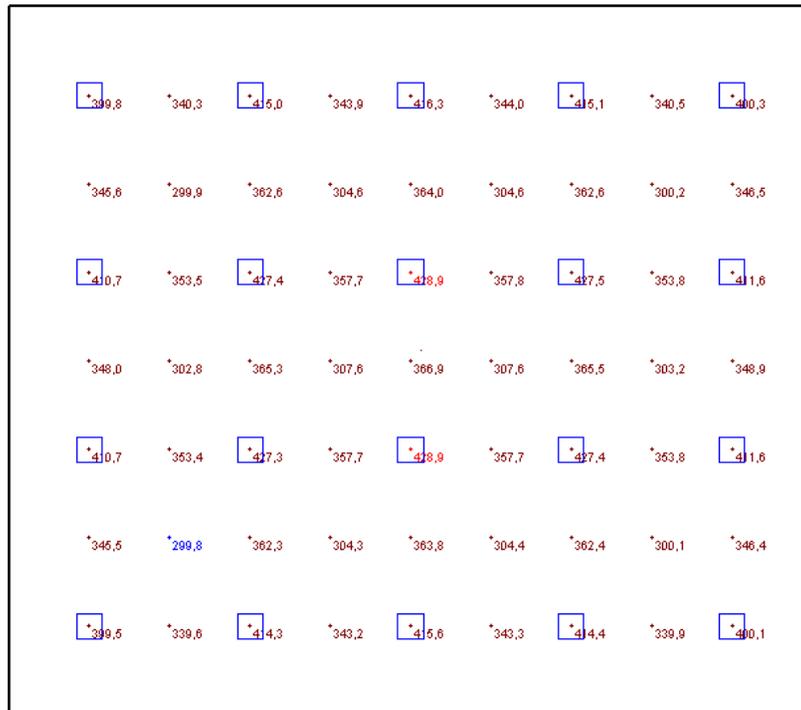
Área Segundo nivel.



Área Tercer nivel.



Área Cuarto nivel.



Área quinto y sexto nivel.



Una vez que la distribución es hecha se dibuja en el software de AutoCAD.

3.5.2 Contactos, motores, circuitos derivados y tableros.

En la mayoría de las cargas los cálculos son repetitivos por lo que es necesario construir una tabla o cuadro de cargas con la finalidad de facilitar el estudio y el análisis de la gran cantidad de datos. Usaremos el programa Excel para tal propósito. Se describirá brevemente el arreglo pues la esencia de las operaciones ya fueron mostradas.

La capacidad de los equipos son colocados en una línea superior con todos los factores que les afecta y el número de circuito en la columna inicial, figura 3.17.

CTO. No.	CAP. INT.	LUMINARIO FLUORESCENTE EMPOTRADA 1F-127V 2X40 WATTS 111,11 (VA) 111,11	LUMINARIO FLUORESCENTE COMPACTA 1F-127V 2X26 WATTS 72,22 (VA) 72,22	LUMINARIO DICROICO INCANDESCENTE 1F-127V 50 WATTS 50,00 (VA) 50,00	LUMINARIO INCANDESCENTE TIPO PAR 1F-127V 60 WATTS 60,00 (VA) 60,00	LUMINARIO FLUORESCENTE EMPOTRADO LOUVER 1F-127V 3X20 WATTS 83,33 (VA) 83,33	LUMINARIO FLUORESCENTE EN MURO 1F-127V 60 WATTS 83,33 (VA) 83,33	LUMINARIO FLUORESCENTE A PRUEBA DE VAPORES 1F-127V 2X32 WATTS 88,89 (VA) 88,89
1								
3								
5								
7								
9								
11								
13								
15								
17								
19								
21								
23								
25								
27								
29								
2								
4								
6								
8								
10								
12								

Figura 3.16 Arreglo de la carga.

El cálculo de la potencia, corrientes con sus factores son ordenados en columna después de la carga, como se observa en la figura 3.17.

CARGA POR FASE EN VA			CARGA TOTAL VA	TENSION EN VOLTS	NUMERO DE FASES	Inom. EN AMP.	F.D. EN %	Idem. EN AMP.
FASE A	FASE B	FASE C						

Figura 31.8 Arreglo de la potencia y corriente.

El cálculo de la protección, el cable, la impedancia y la caída de tensión con sus factores son ordenados en las últimas columnas, como se muestra en la figura 3.18.

CALCULO DE LA PROTECCION			SELECCIÓN DEL CONDUCTOR PARA EL CIRCUITO DERIVADO						CONDUCTOR SELECCIONADO (BASE A 60°C) CON AISLAMIENTO THW-LS 75 °C	IMPEDANCIA EN OHMS/MTS.	LONG. en mts. PROM.	CAIDA DE TENSION EN % (e)
			CONDUCTOR POR CORRIENTE $I_{con.} = (1.25 \times I_{dem.})$			CONDUCTOR CONS. LOS F.T. Y AGR. $I_{corregida} = (I_{cond.} \times f.t. \times f.a.)$						
FACTOR NOM	CALCULO PROT.	CAPACIDAD DE PROTECCION COMERCIAL	FACTOR NOM	I _{cond. POR DISEÑO} AMPERES	CONDUCTOR SEL. TABLA 310-16-NOM THW-LS 75 °C	FACTOR DE TEM. A 30 °C	FACTOR DE AGR.	CORRIENTE CORREGIDA EN AMPERES	AWG/KCM	AMPERES		

Figura 3.19 Arreglo de protección, cable y caída de tensión.

En seguida se presenta el conjunto de cuadros de carga que resultaron para el edificio en cuestión, en ellos se resume y calcula los parámetros antes descritos para el cableado interno, correspondientes a las áreas de cada nivel o piso.

3.5.3 Resumen de carga tableros generales

TABLERO SUBGENERAL DE DISTRIBUCION "TGER" SE ALIMENTA DE UPS DE 40 KVA									
DESCRIPCION DEL TABLERO	CARGA NOMINAL EN VOLT-AMPERES				CARGA DEMANDADA EN VOLT-AMPERES				
	FASE (A)	FASE (B)	FASE (C)	TOTAL	FASE (A)	FASE (B)	FASE (C)	TOTAL	
TABLERO "R1" (SOTANO, PLANTA BAJA, OFICINAS 1,2 Y 3 NIVEL.)	27.179,45	26.533,46	26.924,97	80.637,88	10.871,78	10.613,38	10.769,99	32.255,15	
TABLERO "R2" (OFICINAS 4,5 Y 6 NIVEL.)	19.614,37	19.800,96	20.026,40	59.441,74	7.845,75	7.920,38	8.010,56	23.776,69	
CARGA TOTAL	46.793,82	46.334,42	46.951,37	140.079,61	18.717,53	18.533,77	18.780,55	56.031,84	
FACTOR DE DIVERSIDAD	1,2								
% DE DESBALANCEO	1,31								

TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION EN EMERGENCIA "TGE"									
DESCRIPCION DEL TABLERO	CARGA NOMINAL EN VOLT-AMPERES				CARGA DEMANDADA EN VOLT-AMPERES				
	FASE (A)	FASE (B)	FASE (C)	TOTAL	FASE (A)	FASE (B)	FASE (C)	TOTAL	
TABLERO "AA" (ALUMBRADO.)	6447,22	6384,67	6558,00	19.389,89	6.447,22	6.384,67	6.558,00	19.389,89	
TABLERO "AB" (ALUMBRADO.)	9.329,11	9.149,44	9.528,33	28.006,89	9.329,11	9.149,44	9.528,33	28.006,89	
TABLERO "SGE" (UPS EN SITE)	19.333,34	19.333,34	19.333,34	58.000,01	19.333,34	19.333,34	19.333,34	58.000,01	
TABLERO "C1" (COM. ALBORNOS EN SOTANO, P.R. OFICINAS, PRIMER NIVEL)	16.712,84	16.211,44	15.616,67	48.540,95	8.356,42	8.105,72	7.813,33	24.265,47	

CARGA TOTAL VA	TENSION EN VOLTS	NUMERO DE FASES	Inom. EN AMP.	F.D. EN %	Idem. EN AMP.	CALCULO DE LA PROTECCION		SELECCION DEL CONDUCTOR PARA EL CIRCUITO DERIVADO												
						I _p =(1.25 X Idem.)		CONDUCTOR POR CORRIENTE I _{con} =(1.25 X Idem.)		CONDUCTOR CONSID. LOS F.T. Y AGR I _{corregida} =(I _{con} X f.t. X f.a.)		CONDUCTOR SELECCIONADO (BASE A 60°C) CON AISLAMIENTO THW-LS 75 °C	IMPEDANCIA EN OHMS/MTS.	LONG. en mts. PROM.	CAIDA DE TENSION EN % (e)					
						FACTOR NOM	CALCULO PROT.	CAPACIDAD DE PROTECCION COMERCIAL	FACTOR NOM	I _{cond} POR DISEÑO AMPERES	CONDUCTOR SEL. TABLA 310-16-NOM THW-LS 75 °C					FACTOR DE TEM. A 30 °C	FACTOR DE AGR.	CORRIENTE CORREGIDA EN AMPERES	AWG/KCM	AMPERES
6.000,00	220	1	27,27	1,00	27,27	1,25	34,09	2P-40A	1,25	34,09	1-8 AZUL 1-8 ROJO	40	1,00	1,00	40,00	1-8 NEGRO 1-8 ROJO	40	0,0023961	10,00	0,59
6.000,00	220	1	27,27	1,00	27,27	1,25	34,09	2P-40A	1,25	34,09	1-8 AZUL 1-8 NEGRO	40	1,00	0,80	32,00	1-8 NEGRO 1-8 NEGRO	40	0,0023961	9,00	0,53
6.000,00	220	1	27,27	1,00	27,27	1,25	34,09	2P-40A	1,25	34,09	1-8 ROJO 1-8 AZUL	40	1,00	0,80	32,00	1-8 ROJO 1-8 AZUL	40	0,0023961	8,00	0,48
								ESPACIO												
								ESPACIO												
								ESPACIO												
								ESPACIO												
								ESPACIO												
								ESPACIO												
								ESPACIO												
								ESPACIO												
								ESPACIO												
								ESPACIO												
								ESPACIO												
								ESPACIO												
								ESPACIO												
								ESPACIO												
								ESPACIO												
								ESPACIO												
58.000,01																				

DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR

DESCRIPCION DEL TABLERO	CARGA NOMINAL EN VOLT-AMPERES				CARGA DEMANDADA EN VOLT-AMPERES			
	FASE (A)	FASE (B)	FASE (C)	TOTAL	FASE (A)	FASE (B)	FASE (C)	TOTAL
TABLERO "TGE" (ALUMBRADO, CONTACTOS Y FUERZA EN EMERGENCIA.)	33,491.17	34,172.00	32,602.97	100,266.14	33,491.17	34,172.00	32,602.97	100,266.14
TABLERO "FE" (FUERZA.)	14,875.51	15,737.24	15,143.24	45,756.00	8,925.31	9,442.35	9,085.95	27,453.60
TABLERO "FR" (FUERZA.)	11,286.00	11,627.00	12,089.00	35,002.00	6,771.60	6,976.20	7,253.40	21,001.20
TABLERO "FZ" (FUERZA.)	13,582.80	13,230.80	13,376.00	40,189.60	8,149.68	7,938.48	8,025.60	24,113.76
TABLERO "FU" (FUERZA.)	14,696.00	14,971.00	14,927.00	44,594.00	8,817.60	8,982.60	8,956.20	26,756.40
TABLERO "FF" (FUERZA.)	11,706.20	12,064.00	11,674.20	35,444.40	7,023.72	7,238.40	7,004.52	21,266.64
CARGA TOTAL	99,637.68	101,802.04	99,812.41	301,252.14	73,047.63	74,634.39	73,175.73	220,857.74
FACTOR DE DIVERSIDAD	1.250000			241,001.71	58,438.10	59,707.51	58,540.58	176,686.19
% DE DESBALANCEO	2.13							53005.86
								CARGA DE RESERVA
								CARGA TOTAL EN EL TRAFEO
								229,692.05

DETERMINACION DE LA PLANTA DE EMERGENCIA

a).-EN BASE A LOS KVA' S MINIMOS REQUERIDOS (DE FACTOR DE DIVERSIDAD):

KVA'S minimos	CARACTERISTICAS MINIMAS DE LA PLANTA DE EMERGENCIA					
	COND. NOMINALES		F.D.	COND. DE DEMANDA		TENSION
	KVA NOM.	AMP. NOM.	%	KVA NOM.	AMP. NOM.	VOLTS
SUB TOTAL KVA'S	100,266	263,14	100,00%	100,27	263,14	220
TOTAL KVA'S (valor más próximo)	115,00	301,81	100,00%	115,00	301,81	220

b).-EN BASE A UNA CAPACIDAD NORMALIZADA DE FABRICACION:

TOTAL KVA'S normalizados	PLANTA DE EMERGENCIA NORMALIZADA					
	COND. NOMINALES		F.D.	COND. DE DEMANDA		TENSION
	KVA NOM.	AMP. NOM.	%	KVA NOM.	AMP. NOM.	VOLTS
PLANTA DE EMERGENCIA TRIFASICA DE 115.00 KVA, 92.00KW, F.P.+0.80, 301.81 AMPERES, EN SERVICIO EMERGENCIA.	115,00	301,81	100,00%	115,00	301,81	220

CONCLUSIONES:

EL VALOR MAS PROXIMO, AL CALCULADO ES **115,00** KVA, QUE ES > A **100,27** KVA. POR LO TANTO, UNA CAPACIDAD NORMALIZADA A ESTE VALOR ES UNA PLANTA DE EMERG. PARA **115,00** KVA, 220V/127V, 3F-4H, CON **301,81** AMPERES DE CORRIENTE NOMINAL. EN ESTE CASO TAMBIEN SE PUEDE OBSERVAR QUE **263,14** AMPERES, ES UN VALOR MENOR AL QUE NOS PROPORCIONA LA PLANTA DE EMERGENCIA.

3.5.4 Alimentadores

EQUIPO : TABLERO "AA" (ALUMBRADO)
ALIMENTADOR DE TABLERO

1. DATOS PARA SELECCIONAR EL ALIMENTADOR.

VOLTAJE = 220 /127 VOLTS, 3F-5H, 60Hz
 POTENCIA = 17,489,89 VA
 + reserva del = 10,86 %
 POTENCIAres. = 1,900,00 VA
 POTENCIAtot. = 19,389,89 VA
 F.D. = 1,00
 POTENCIAdem. = 19,389,89 VA
 F.P. = 0,90 %
 %e de TENSION = 2,00 %e
 TEM. AMB. = 30,00 GC
 LONGITUD = 30,00 mts.
 1.732 = RAIZ CUADRADA DE (3)

2. CORRIENTE NOMINAL EN EL ALIMENTADOR.

$$I_{NOM} = \frac{VA}{(V_f)(1.732)}$$

$I_{NOM} = 50,89$ AMPERES
 $I_{DEM} = 50,89$ AMPERES

3. SELECCION DE LA PROTECCION EN EL ALIMENTADOR.

$$I_{PROT} = (1.25)(I_{DEM})$$

$I_{PROT} = 63,61$ AMPERES
 3P-80 A,

4. SELECCION DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR.
 CONSIDERACIONES:
 AISLAMIENTO= THW-LS 75 °C.
 CANALIZACION= TUBERIA METALICA P.G.G
 $t = 30$ °C, DE OPERACION.
 $f.t = 1,00$
 $config =$
 $f.a = 0,80$ SECCION 310-15, INCISO g).
 TABLA 310-16.

4.1. SELECCION DEL CONDUCTOR POR AMPACIDAD.

COND. SEL.: = 4 AWG/KCM THW-LS 60 °C.
 $I_{COND SEL} = 70$ AMPERES
 COND.xFASE = 1 POR FASE
 $I_{TOTAL SEL} = 70$ AMPERES

$$I_c = (f.a)(f.t)(I_{cc})(\neq cond.)$$

$I_{COND} = 56,00$ AMPERES DE AMPACIDAD.
 MAYOR A $50,89$ AMPERES DE CARGA.

4.2. SELECCION DEL ALIMENTADOR POR CAIDA DE TENSION.
4.2.1. CONSIDERANDO EL AREA DEL CONDUCTOR.

$$A_{COND} = \frac{(2\sqrt{3})L(I_{NOM})(F.D.)}{(V_f)(\%e)}$$

$A_{COND} = 12,02$ mm²
 POR LO QUE EL CONDUCTOR SELECCIONADO ES:
 CALIBRE: = 4 AWG/KCM THW-LS 60 °C.
 AREA: = 21,20 mm²
 COND.xFASE = 1 POR FASE
 AREA: = 21,20 mm² > A 12,02 mm²

4.2.2. CONSIDERANDO LA IMPEDANCIA DEL CONDUCTOR.

$$Z = \frac{(V_f)(\%e)(CxFASE)}{(\sqrt{3})(100)(I_{NOM})(L)(F.D.)}$$

$Z = 0,00166409755$ OHMS/METRO
 COND. CAL = 2 AWG/KCM THW-LS 60 °C
 $Z = 0,0006720$ OHMS/METRO
 COND.xFASE = 1 POR FASE
 $Z = 0,0006720$ OHMS/METRO

4.3. CONSIDERANDO LA PROTECCION DEL CONDUCTOR.
 DETERMINADA EN BASE AL 25% DE LA CORRIENTE DE CARGA, TENIENDO:

$50,89$ AMPERES DE CARGA: $I_{NOM COND} = 1,25 \times I_{CARGA}$
 $I_{NOM COND} = 63,61$ AMPERES, > A 56,00 AMP. DE AMPACIDAD.

CONCLUSION: METODO DE SELECCION DEL ALIMENTADOR **IMPEDANCIA**
 COND. SEL.: 2 AWG/KCM THW-LS 60 °C.
 $I_{COND SEL} = 95$ AMPERES
 COND.xFASE = 1 POR FASE

$$I_c = (f.a)(f.t)(I_{cc})(\neq cond.)$$

$I_{TOTAL SEL} = 76,0$ AMPERES, > A $63,61$ AMPERES DE 4.3.

PARA EL COND. 2 AWG/ KCM $Z = 0,0006720$ OHMS/METRO

5. CAIDA DE TENSION REFERIDA AL CONDUCTOR SELECCIONADO.

$$\%e = \frac{(\sqrt{3})(100)(I_{NOM})(L)(Z)(F.D.)}{(V_f)(CxFASE)}$$

$\%e = 0,81$ %
 $e = 1,78$ VOLTS ENTRE FASES
 $V_{FF} = 218,22$ VOLTS/CIRC. DERIVADO

6. SELECCION DEL CONDUCTOR PARA LA PUESTA A TIERRA DEL EQUIPO.

3P-80AMP.	DE PROTECCION, EL CONDUCTOR DE TIERRA SERA CALIBRE
8AWG	DESNUDO, TABLA No. 250-95 DE LA NOM-001-SEDE-2005.
4AWG	YA COMPENSADO.

7. PARA EL CALCULO DE LA CANALIZACION EMPLEADA.

CONDUCTOR PARA ALIMENTAR	CAL. DEL COND. AWG-KCM	AREA DEL CONDUCTOR AISLADO	NUMERO DE CONDUCTORES POR FASE	AREA TOTAL CONDUCTOR (mm ²)
FASE A	1-2 NEGRO	86,00	1	86,00
FASE B	1-2 ROJO	86,00	1	86,00
FASE C	1-2 AZUL	86,00	1	86,00
NEUTRO	1-2 BLANCO	86,00	1	86,00
TIERRA	1-4 DESNUDO	21,20	1	21,20
SUB-TOTAL AREA				365,20
No. DE CANAL.				1,00
AREA TOTAL				365,20

AREA_{40%} = 365,20 mm², REPRESENTA EL 40% DEL AREA TOTAL DE LA TUBERIA DE P.G.G.
 AREA_{100%} = 913,00 mm², REPRESENTA EL 100% DEL AREA TOTAL DE LA TUBERIA DE P.G.G.
 EN TUBERIA DE 41 mm P.G.G., AREA D $1,313,00$ mm²
 LA CUAL ES MAYOR A LOS $913,00$ mm² OBTENIDOS POR CALCULO, TABLA No. 10-4, CAP. 10 DE LA NOM-001-SEDE-2005.

8. CONCLUSIONES DEL ANALISIS ANTERIOR.

CONDUCTOR :
 3-2 AWG/KCM (1xFASE).
 1-2 AWG/KCM NEUTRO
 1-4 AWG/KCM DESNUDO DE TIERRA

PROTECCION DEL ALIMENTADOR:
 3P-80 A,

DESCONEXION EN EL TABLERO:
 3P-70 AMP,

CANALIZACION:
 EN TUBERIA P.G.G DE 41 mm. (1-1/2" pulgada).

CAIDA DE TENSION (% e): $0,81$ %

EQUIPO : TABLERO "AB" (ALUMBRADO)

1. DATOS PARA SELECCIONAR EL ALIMENTADOR.

VOLTAJE = 220 /127 VOLTS, 3F-5H, 60Hz.
 POTENCIA = 25,206.89 VA
 + reserva del = 11.11 %
 POTENCIAres. = 2,800.00 VA
 POTENCIAtot. = 28,006.89 VA
 F.D. = 1.00
 POTENCIAdem. = 28,006.89 VA
 F.P. = 0.90 %
 %e de TENSION = 3.50 %e
 TEM. AMB. = 30.00 GC
 LONGITUD = 40.00 mts.
 1,732 = RAIZ CUADRADA DE (3)

2. CORRIENTE NOMINAL EN EL ALIMENTADOR.

$$I_{NOM} = \frac{VA}{(V_f)(1.732)}$$

$I_{NOM} = 73,50$ AMPERES

$I_{DEM} = 73,50$ AMPERES

3. SELECCION DE LA PROTECCION EN EL ALIMENTADOR.

$$I_{PROT} = (1.25)(I_{DEM})$$

$I_{PROT} = 91,87$ AMPERES
 3P-125 A

4. SELECCION DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR.

CONSIDERACIONES:
 AISLAMIENTO= THW-LS 75 °C.
 CANALIZACION= TUBERIA METALICA P.G.G.
 $\theta = 30$ °C, DE OPERACION.
 f.t.= 1,00
 config.=
 f.a.= 0,80 SECCION 310-15, INCISO g).

TABLA 310-16.

4.1. SELECCION DEL CONDUCTOR POR AMPACIDAD.

COND. SEL.: = 2 AWG/KCM THW-LS 60 °C.
 $I_{COND SEL} = 95$ AMPERES
 COND.xFASE = 1 POR FASE
 $I_{TOTAL SEL} = 95$ AMPERES

$$I_c = (f.a.)(f.t.)(I_{ic})(\# cond.)$$

$I_{COND} = 76,00$ AMPERES DE AMPACIDAD.
 MAYOR A $73,50$ AMPERES DE CARGA.

4.2. SELECCION DEL ALIMENTADOR POR CAIDA DE TENSION.

4.2.1. CONSIDERANDO EL AREA DEL CONDUCTOR.

$$A_{COND} = \frac{(2\sqrt{3})(L)(I_{NOM})(F.D.)}{(V_f)(\%e)}$$

$A_{COND} = 13,23$ mm²

POR LO QUE EL CONDUCTOR SELECCIONADO ES:

CALIBRE: = 2 AWG/KCM THW-LS 60 °C.
 AREA: = 33,60 mm²
 COND.xFASE = 1 POR FASE
 AREA: = 33,60 mm² > A 13,23 mm²

4.2.2. CONSIDERANDO LA IMPEDANCIA DEL CONDUCTOR.

$$Z = \frac{(V_f)(\%e)(C_x FASE)}{(\sqrt{3})(100)(I_{NOM})(L)(F.D.)}$$

Z= 0,00151212797 OHMS/METRO
 COND. CAL = 1/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C.
 Z= 0,0004625 OHMS/METRO
 COND.xFASE = 1 POR FASE
 Z= 0,0004625 OHMS/METRO

4.3. CONSIDERANDO LA PROTECCION DEL CONDUCTOR.

DETERMINADA EN BASE AL 25% DE LA CORRIENTE DE CARGA, TENIENDO:

$I_{NOM COND} = 1.25 \times I_{CARGA}$
 $I_{NOM COND} = 91,87$ AMPERES, > A 76,00 AMP. DE AMPACIDAD.

CONCLUSION: METODO DE SELECCION DEL ALIMENTADOR **IMPEDANCIA**

COND. SEL.: 1/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C.
 $I_{COND SEL} = 150$ AMPERES
 COND.xFASE = 1 POR FASE

$$I_c = (f.a.)(f.t.)(I_{ic})(\# cond.)$$

$I_{TOTAL SEL} = 120,0$ AMPERES, > A **91,87** AMPERES DE 4.3.

PARA EL COND. 1/0 AWG/ KCM Z= 0,0004625 OHMS/METRO

5. CAIDA DE TENSION REFERIDA AL CONDUCTOR SELECCIONADO.

$\%e = \frac{(\sqrt{3})(100)(I_{NOM})(L)(Z)(F.D.)}{(V_f)(C_x FASE)}$
 $\%e = 1,07$ %
 e= 2,36 VOLTS ENTRE FASES
 $V_{FF} = 217,64$ VOLTS/CIRC. DERIVADO

6. SELECCION DEL CONDUCTOR PARA LA PUESTA A TIERRA DEL EQUIPO.

3P-125AMP. DE PROTECCION, EL CONDUCTOR DE TIERRA SERA CALIBRE
 8AWG DESNUDO, TABLA No. 250-95 DE LA NOM-001-SEDE-2005.
 6AWG YA COMPENSADO.

7. PARA EL CALCULO DE LA CANALIZACION EMPLEADA.

CONDUCTOR PARA	CAL. DEL COND.	AREA DEL CONDUCTOR AISLADO	NUMERO DE CONDUCTORES POR FASE	AREA TOTAL CONDUCTOR (mm ²)
FASE A	1-1/0 NEGRO	143,00	1	143,00
FASE B	1-1/0 ROJO	143,00	1	143,00
FASE C	1-1/0 AZUL	143,00	1	143,00
NEUTRO	1-1/0 BLANCO	143,00	1	143,00
TIERRA	1-4 DESNUDO	21,20	1	21,20
SUB-TOTAL AREA				593,20
No. DE CANAL.				1,00
AREA TOTAL				593,20

AREA_{40%} = 593,20 mm², REPRESENTA EL 40% DEL AREA

TOTAL DE LA TUBERIA DE P.G.G.

AREA_{100%} = 1.483,00 mm², REPRESENTA EL 100% DEL AREA

TOTAL DE LA TUBERIA DE P.G.G.

EN TUBERIA DE 53 mm P.G.G., AREA DE 2.165,00 mm²

LA CUAL ES MAYOR A LOS 1.483,00 mm² OBTENIDOS

POR CALCULO, TABLA No.10-4, CAP.10 DE LA NOM-001-SEDE-2005.

8. CONCLUSIONES DEL ANALISIS ANTERIOR.

CONDUCTOR :
 3-1/0 AWG/KCM (1xFASE)
 1-1/0 AWG/KCM NEUTRO
 1-4 AWG/KCM DESNUDO DE TIERRA

PROTECCION DEL ALIMENTADOR:

3P-125 A

DESCONEXION EN EL TABLERO:

3P-125 AMP.

CANALIZACION:

EN TUBERIA P.G.G DE 53 mm. (2" pulgada).

CAIDA DE TENSION (% e): 1,07 %

EQUIPO : TABLERO "C1" (OFICINAS)

1. DATOS PARA SELECCIONAR EL ALIMENTADOR.

VOLTAJE = 220 /127 VOLTS, 3F-5H, 60Hz.
 POTENCIA = 48.530,95 VA
 + reserva del 0,00 %
 POTENCIAres. = 0,00 VA
 POTENCIAtot. = 48.530,95 VA
 F.D. = 0,50
 POTENCIAdem. = 24.265,47 VA
 F.P. = 0,90 %
 %e de TENSION = 2,00 %e
 TEM. AMB. = 30,00 GC
 LONGITUD = 38,00 mts.
 1,732 = RAIZ CUADRADA DE (3)

2. CORRIENTE NOMINAL EN EL ALIMENTADOR.

$$I_{NOM.} = \frac{VA}{(I_f)(1,732)}$$

$I_{NOM.} = 127,36$ AMPERES
 $I_{DEM.} = 63,68$ AMPERES

3. SELECCION DE LA PROTECCION EN EL ALIMENTADOR.

$$I_{PROT} = (1,25)(I_{DEM})$$

$I_{PROT.} = 79,60$ AMPERES
 3P-125 A,

4. SELECCION DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR.

CONSIDERACIONES:
 AISLAMIENTO= THW-LS 75 °C.
 CANALIZACION= EN TUBERIA P.G.G.
 $t = 30$ °C, DE OPERACION.
 $f.t. = 1,00$
 config.=
 $f.a. = 0,80$ SECCION 310-15, INCISO g).
 TABLA 310-16.

4.1. SELECCION DEL CONDUCTOR POR AMPACIDAD.

COND. SEL.: = 1/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C.
 $I_{COND SEL.} = 150$ AMPERES
 COND.xFASE = 1 POR FASE
 $I_{TOTAL SEL.} = 150$ AMPERES

$$I_c = (f.a.)(f.t.)(I_{ic})(\# cond.)$$

$I_{COND.} = 120,00$ AMPERES DE AMPACIDAD.
 MAYOR A $63,68$ AMPERES DE CARGA.

4.2. SELECCION DEL ALIMENTADOR POR CAIDA DE TENSION.

4.2.1. CONSIDERANDO EL AREA DEL CONDUCTOR.

$$A_{COND} = \frac{(2\sqrt{3})L(I_{COND})(F.D.)}{(I_f)(\%e)}$$

$A_{COND.} = 19,05$ mm²

POR LO QUE EL CONDUCTOR SELECCIONADO ES:

CALIBRE: = 1/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C.
 AREA: = 53,50 mm²
 COND.xFASE = 1 POR FASE
 AREA: = 53,50 mm² > A 19,05 mm²

4.2.2. CONSIDERANDO LA IMPEDANCIA DEL CONDUCTOR.

$Z = \frac{(I_f)(\%e)(C_xFASE)}{(\sqrt{3})(100)(I_{COND})(L)(F.D.)}$
 $Z = 0,001049791$ OHMS/METRO
 COND. CAL. = 1/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C.
 $Z = 0,0004625$ OHMS/METRO
 COND.xFASE = 1 POR FASE
 $Z = 0,0004625$ OHMS/METRO

4.3. CONSIDERANDO LA PROTECCION DEL CONDUCTOR.

DETERMINADA EN BASE AL 25% DE LA CORRIENTE DE CARGA, TENIENDO:

$63,68$ AMPERES DE CARGA: $I_{NOM COND} = 1,25 \times I_{CARGA}$
 $I_{NOM COND} = 79,60$ AMPERES, < A 120,00 AMP. DE AMPACIDAD.

CONCLUSION: METODO DE SELECCION DEL ALIMENTADOR **IMPEDANCIA**

COND. SEL.: 1/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C.
 $I_{COND SEL.} = 150$ AMPERES
 COND.xFASE = 1 POR FASE

$$I_c = (f.a.)(f.t.)(I_{ic})(\# cond.)$$

$I_{TOTAL SEL.} = 120,0$ AMPERES, > A $79,60$ AMPERES DE 4.3.

PARA EL COND. 1/0 AWG/ KCM $Z = 0,0004625$ OHMS/METRO

5. CAIDA DE TENSION REFERIDA AL CONDUCTOR SELECCIONADO.

$\%e = \frac{(\sqrt{3})(100)(I_{COND})(L)(Z)(F.D.)}{(I_f)(C_xFASE)}$ $\%e = 0,88$ %
 $e = 1,94$ VOLTS ENTRE FASES
 $V_{FF} = 218,06$ VOLTS/CIRC. DERIVADO

6. SELECCION DEL CONDUCTOR PARA LA PUESTA A TIERRA DEL EQUIPO.

3P-125AMP. DE PROTECCION, EL CONDUCTOR DE TIERRA SERA CALIBRE
6 AWG DESNUDO, TABLA No. 250-95 DE LA NOM-001-SEDE-2005.
2 AWG YA COMPENSADO.

7. PARA EL CALCULO DE LA CANALIZACION EMPLEADA.

CONDUCTOR PARA ALIMENTAR	CAL. DEL COND. AWG-KCM	AREA DEL CONDUCTOR AISLADO (mm ²)	NUMERO DE CONDUCTORES POR FASE	AREA TOTAL CONDUCTOR (mm ²)
FASE A	1-1/0 NEGRO	143,00	1	143,00
FASE B	1-1/0 ROJO	143,00	1	143,00
FASE C	1-1/0 AZUL	143,00	1	143,00
NEUTRO	1-1/0 BLANCO	143,00	1	143,00
DESNUDO	1-2 DESNUDO	86,00	1	86,00
SUB-TOTAL AREA				658,00
No. DE TUBERIAS				1,00
AREA TOTAL				658,00

AREA_{40%} = $658,00$ mm², REPRESENTA EL 40% DEL AREA

TOTAL DE LA TUBERIA P.G.G.

AREA_{100%} = $1,645,00$ mm², REPRESENTA EL 100% DEL AREA

TOTAL DE LA TUBERIA P.G.G.

EN TUBERIA DE 53 mm P.G.G., AREA DE $2,165,00$ mm²

LA CUAL ES MAYOR A LOS $1,645,00$ mm² OBTENIDOS

POR CALCULO, TABLA No. 10-4, CAP. 10 DE LA NOM-001-SEDE-2005.

8. CONCLUSIONES DEL ANALISIS ANTERIOR.

CONDUCTOR :
 3-1/0 AWG/KCM (1xFASE).
 1-1/0 AWG/KCM NEUTRO
 1-2 AWG/KCM DESNUDO DE TIERRA

PROTECCION DEL ALIMENTADOR:

3P-125 A,

DESCONEXION EN EL TABLERO:

3P-125 A

CANALIZACION:

EN TUBERIA P.G.G. DE 53 mm, 2 pulgada (s)

CAIDA DE TENSION (% e): 0,88 %

EQUIPO : TABLERO "C2" (OFICINAS)

1. DATOS PARA SELECCIONAR EL ALIMENTADOR.

VOLTAJE = 220 /127 VOLTS, 3F-5H, 60Hz.
 POTENCIA = 67.883,70 VA
 + reserva del = 0,00 %
 POTENCIAres. = 0,00 VA
 POTENCIAtot. = 67.883,70 VA
 F.D. = 0,50
 POTENCIAdem. = 33.941,85 VA
 F.P. = 0,90 %
 %e de TENSION = 2,00 %e
 TEM. AMB = 30,00 GC
 LONGITUD = 48,00 mts.
 1,732 = RAIZ CUADRADA DE (3)

2. CORRIENTE NOMINAL EN EL ALIMENTADOR.

$$I_{NOM.} = \frac{VA}{(F.P.)(1.732)}$$

$I_{NOM.}$ = 178,15 AMPERES
 $I_{DEM.}$ = 89,07 AMPERES

3. SELECCION DE LA PROTECCION EN EL ALIMENTADOR.

$$I_{PROT} = (1.25)(I_{DEM})$$

$I_{PROT.}$ = 111,34 AMPERES
 3P-125 A,

4. SELECCION DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR.

CONSIDERACIONES:
 AISLAMIENTO= THW-LS 75 °C.
 CANALIZACION= EN TUBERIA P.G.G.
 °t= 30 °C, DE OPERACION.
 f.t.= 1,00
 config.=
 f.a.= 0,80 SECCION 310-15, INCISO g).
 TABLA 310-16.

4.1. SELECCION DEL CONDUCTOR POR AMPACIDAD.

COND. SEL.: = 2/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C.
 $I_{COND SEL.}$ = 175 AMPERES
 COND.xFASE = 1 POR FASE
 $I_{TOTAL SEL.}$ = 175 AMPERES

$$I_C = (f.a.)(f.t.)(I_{ic})(\# cond.)$$

$I_{COND.}$ = 140,00 AMPERES DE AMPACIDAD.
 MAYOR A 89,07 AMPERES DE CARGA.

4.2. SELECCION DEL ALIMENTADOR POR CAIDA DE TENSION.

4.2.1. CONSIDERANDO EL AREA DEL CONDUCTOR.

$$A_{COND} = \frac{(2\sqrt{3})(L)(I_{NOM.})(F.D.)}{(V_f)(\%e)}$$

A_{COND} = 33,66 mm²

POR LO QUE EL CONDUCTOR SELECCIONADO ES:

CALIBRE: = 2/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C.
 AREA: = 67,40 mm²
 COND.xFASE = 1 POR FASE
 AREA: = 67,40 mm² > A 33,66 mm²

4.2.2. CONSIDERANDO LA IMPEDANCIA DEL CONDUCTOR.

$$Z = \frac{(V_f)(\%e)(C.xFASE)}{(\sqrt{3})(100)(I_{NOM.})(L)(F.D.)}$$

Z= 0,000594153 OHMS/METRO
 COND. CAL= 2/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C.
 Z= 0,0003725 OHMS/METRO
 COND.xFASE = 1 POR FASE
 Z= 0,0003725 OHMS/METRO

4.3. CONSIDERANDO LA PROTECCION DEL CONDUCTOR.

DETERMINADA EN BASE AL 25% DE LA CORRIENTE DE CARGA, TENIENDO:

89,07 AMPERES DE CARGA: $I_{NOM COND.} = 1.25 \times I_{CARGA}$
 $I_{NOM COND.}$ = 111,34 AMPERES, < A 140,00 AMP. DE AMPACIDAD.

CONCLUSION: METODO DE SELECCION DEL ALIMENTADOR **IMPEDANCIA**

COND. SEL.: 2/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C.
 $I_{COND SEL.}$ 175 AMPERES
 COND.xFASE 1 POR FASE

$$I_C = (f.a.)(f.t.)(I_{ic})(\# cond.)$$

$I_{TOTAL SEL.}$ 140,0 AMPERES, > A 111,34 AMPERES DE 4.3.

PARA EL COND. 2/0 AWG/ KCM Z= 0,0003725 OHMS/METRO

5. CAIDA DE TENSION REFERIDA AL CONDUCTOR SELECCIONADO.

$$\%e = \frac{(\sqrt{3})(100)(I_{NOM.})(L)(Z)(F.D.)}{(V_f)(C.xFASE)}$$

%e= 1,25 %
 e= 2,76 VOLTS ENTRE FASES
 V_{FF} = 217,24 VOLTS/CIRC. DERIVADO

6. SELECCION DEL CONDUCTOR PARA LA PUESTA A TIERRA DEL EQUIPO.

125 AMP. DE PROTECCION, EL CONDUCTOR DE TIERRA SERA CALIBRE
 6 AWG DESNUDO, TABLA No. 250-95 DE LA NOM-001-SEDE-2005.
 2 AWG YA COMPENSADO.

7. PARA EL CALCULO DE LA CANALIZACION EMPLEADA.

CONDUCTOR PARA ALIMENTAR	CAL. DEL COND. AWG-KCM	AREA DEL CONDUCTOR AISLADO (mm ²)	NUMERO DE CONDUCTORES POR FASE	AREA TOTAL CONDUCTOR (mm ²)
FASE A	1-2/0 NEGRO	169.00	1	169.00
FASE B	1-2/0 ROJO	169.00	1	169.00
FASE C	1-2/0 AZUL	169.00	1	169.00
NEUTRO	1-2/0 BLANCO	169.00	1	169.00
DESNUDO	1-2 DESNUDO	86.00	1	86.00

SUB-TOTAL AREA 762,00

No. DE TUBERIAS 1,00

AREA TOTAL 762,00

AREA_{40%} = 762,00 mm², REPRESENTA EL 40% DEL AREA

TOTAL DE LA TUBERIA P.G.G.

AREA_{100%} = 1.905.00 mm², REPRESENTA EL 100% DEL AREA

TOTAL DE LA TUBERIA P.G.G.

EN TUBERIA DE 53 mm P.G.G., AREA DE 2.165.00 mm²

LA CUAL ES MAYOR A LOS 1.905.00 mm² OBTENIDOS

POR CALCULO, TABLA No. 10-4, CAP. 10 DE LA NOM-001-SEDE-2005.

8. CONCLUSIONES DEL ANALISIS ANTERIOR.

CONDUCTOR :

3-2/0 AWG/KCM (1xFASE).
 1-2/0 AWG/KCM NEUTRO
 1-2 AWG/KCM DESNUDO DE TIERRA

PROTECCION DEL ALIMENTADOR:

3P-125 A,

DESCONEXION EN EL TABLERO:

3P-125 A,

CANALIZACION:

EN TUBERIA P.G.G. DE 53 mm, 2 pulgada (s)

CAIDA DE TENSION (% e): 1,25 %

EQUIPO : TABLERO "C2" (OFICINAS)

1. DATOS PARA SELECCIONAR EL ALIMENTADOR.

VOLTAJE = 220 /127 VOLTS, 3F-5H, 60Hz.
 POTENCIA = 13.257,40 VA
 + reserva del 50,00 %
 POTENCIAres. = 6.628,70 VA
 POTENCIAat. = 19.886,10 VA
 F.D. = 0,75
 POTENCIAadm. = 14.914,57 VA
 F.P. = 0,90 %
 %e de TENSION = 1,00 %e
 TEM. AMB. = 30,00 GC
 LONGITUD = 5,00 mts.
 1,732 = RAIZ CUADRADA DE (3)

2. CORRIENTE NOMINAL EN EL ALIMENTADOR.

$$I_{NOM.} = \frac{VA}{(V_f)(1.732)}$$

I_{NOM.} = 52,19 AMPERES
 I_{DEM.} = 39,14 AMPERES

3. SELECCION DE LA PROTECCION EN EL ALIMENTADOR.

$$I_{PROT.} = (1.25)(I_{DEM.})$$

I_{PROT.} = 48,93 AMPERES
 3P-50 A,

4. SELECCION DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR.

CONSIDERACIONES:
 AISLAMIENTO= THW-LS 75 °C.
 CANALIZACION= EN TUBERIA P.G.G.
 °t= 30 °C. DE OPERACION.
 f.t.= 1,00
 config.=
 f.a.= 1,00 SECCION 310-15. INCISO g).

TABLA 310-16.

4.1. SELECCION DEL CONDUCTOR POR AMPACIDAD.

COND. SEL.: = 6 AWG/KCM THW-LS 60 °C.
 I_{COND SEL.} = 55 AMPERES
 COND.xFASE = 1 POR FASE
 I_{TOTAL SEL.} = 55 AMPERES

$$I_c = (f.a.)(f.t.)(I_c)(\neq cond.)$$

I_{COND.} = 55,00 AMPERES DE AMPACIDAD.
 MAYOR A 39,14 AMPERES DE CARGA.

4.2. SELECCION DEL ALIMENTADOR POR CAIDA DE TENSION.

4.2.1. CONSIDERANDO EL AREA DEL CONDUCTOR.

$$A_{COND} = \frac{(2\sqrt{3})L(I_{NOM.})(F.D.)}{(V_f)^2(\%e)}$$

A_{COND.} = 3,08 mm²

POR LO QUE EL CONDUCTOR SELECCIONADO ES:

CALIBRE = 6 AWG/KCM THW-LS 60 °C.
 AREA = 13,30 mm²
 COND.xFASE = 1 POR FASE
 AREA = 13,30 mm² > A 3,08 mm²

4.2.2. CONSIDERANDO LA IMPEDANCIA DEL CONDUCTOR.

$$Z = \frac{(V_f)^2(\%e)(C_{xFASE})}{(\sqrt{3})(100)(I_{NOM.})(L)(F.D.)}$$

Z = 0,006490296 OHMS/METRO
 COND. CAL = 6 AWG/KCM THW-LS 60 °C.
 Z = 0,0015384 OHMS/METRO
 COND.xFASE = 1 POR FASE
 Z = 0,0015384 OHMS/METRO

4.3. CONSIDERANDO LA PROTECCION DEL CONDUCTOR.

DETERMINADA EN BASE AL 25% DE LA CORRIENTE DE CARGA, TENIENDO:

39,14 AMPERES DE CARGA: I_{NOM COND.} = 1.25 x I_{CARGA.}
 I_{NOM COND.} = 48,93 AMPERES, < A 55,00 AMP. DE AMPACIDAD.

CONCLUSION: METODO DE SELECCION DEL ALIMENTADOR **IMPEDANCIA**

COND. SEL.: 6 AWG/KCM THW-LS 60 °C.
 I_{COND SEL.} 55 AMPERES
 COND.xFASE 1 POR FASE

$$I_c = (f.a.)(f.t.)(I_c)(\neq cond.)$$

I_{TOTAL SEL.} 55,0 AMPERES, > A 48,93 AMPERES DE 4.3.

PARA EL COND. 6 AWG/ KCM Z= 0,0015384 OHMS/METRO

5. CAIDA DE TENSION REFERIDA AL CONDUCTOR SELECCIONADO.

$$\%e = \frac{(\sqrt{3})(100)(I_{NOM.})(L)(Z)(F.D.)}{(V_f)(C_{xFASE})}$$

%e = 0,24 %
 e = 0,52 VOLTS ENTRE FASES
 V_{FF} = 219,48 VOLTS/CIRC. DERIVADO

6. SELECCION DEL CONDUCTOR PARA LA PUESTA A TIERRA DEL EQUIPO.

50 AMP. DE PROTECCION. EL CONDUCTOR DE TIERRA SERA CALIBRE
 10 AWG DESNUDO. TABLA No. 250-95 DE LA NOM-001-SEDE-2005.
 8 AWG YA COMPENSADO.

7. PARA EL CALCULO DE LA CANALIZACION EMPLEADA.

CONDUCTOR PARA ALIMENTAR	CAL. DEL COND. AWG-KCM	AREA DEL CONDUCTOR AISLADO (mm ²)	NUMERO DE CONDUCTORES POR FASE	AREA TOTAL CONDUCTOR (mm ²)
FASE A	1-6 NEGRO	46,80	1	46,80
FASE B	1-6 ROJO	46,80	1	46,80
FASE C	1-6 AZUL	46,80	1	46,80
NEUTRO	1-6 BLANCO	46,80	1	46,80
DESNUDO	1-8 DESNUDO	28,20	1	28,20
SUB-TOTAL AREA				215,40
No. DE TUBERIAS				1,00
AREA TOTAL				215,40

AREA_{40%} 215,40 mm², REPRESENTA EL 40% DEL AREA TOTAL DE LA TUBERIA P.G.G.

AREA_{100%} = 538,50 mm², REPRESENTA EL 100% DEL AREA TOTAL DE LA TUBERIA P.G.G.

EN TUBERIA DE 27 mm P.G.G., AREA DE 557,00 mm² LA CUAL ES MAYOR A LOS 538,50 mm² OBTENIDOS POR CALCULO. TABLA No.10-4, CAP.10 DE LA NOM-001-SEDE-2005.

8. CONCLUSIONES DEL ANALISIS ANTERIOR.

CONDUCTOR :

3-6 AWG/KCM (1xFASE).
 1-6 AWG/KCM NEUTRO
 1-8 AWG/KCM DESNUDO DE TIERRA

PROTECCION DEL ALIMENTADOR:

3P-50 A,
 0

DESCONEXION EN EL TABLERO:

CON ZAPATAS PRINCIPALES

CANALIZACION:

EN TUBERIA P.G.G. DE 27 mm, 1 pulgada (s)

CAIDA DE TENSION (% e): 0,24 %

EQUIPO : TABLERO "CM" (SOTANO Y P.B)

1. DATOS PARA SELECCIONAR EL ALIMENTADOR.

VOLTAJE = 220 /127 VOLTS, 3F-5H, 60Hz.
 POTENCIA = 6.369.29 VA
 + reserva del 50,00 %
 POTENCIAres. = 3.184.64 VA
 POTENCIAtot. = 9.553.93 VA
 F.D. = 1,00
 POTENCIAdem. = 9.553.93 VA
 F.P. = 0,90 %
 %e de TENSION = 2,00 %e
 TEM. AMB = 30,00 GC
 LONGITUD = 35,00 mts.
 1,732 = RAIZ CUADRADA DE (3)

2. CORRIENTE NOMINAL EN EL ALIMENTADOR.

$$I_{NOM.} = \frac{VA}{(V_f)(1.732)}$$

$I_{NOM.} = 25,07$ AMPERES
 $I_{DEM.} = 25,07$ AMPERES

3. SELECCION DE LA PROTECCION EN EL ALIMENTADOR.

$$I_{PROT} = (1.25)(I_{DEM})$$

$I_{PROT.} = 31,34$ AMPERES
 3P.40 A,

4. SELECCION DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR.

CONSIDERACIONES:
 AISLAMIENTO= THW-LS 75 °C.
 CANALIZACION= EN TUBERIA P.G.G.
 $t = 30$ °C, DE OPERACION.
 $f.t. = 1,00$
 $config. =$
 $f.a. = 0,80$ SECCION 310-15, INCISO g).
 TABLA 310-16.

4.1. SELECCION DEL CONDUCTOR POR AMPACIDAD.

COND. SEL.: = 8 AWG/KCM THW-LS 60 °C.
 $I_{COND SEL.} = 40$ AMPERES
 COND.xFASE = 1 POR FASE
 $I_{TOTAL SEL.} = 40$ AMPERES

$$I_c = (f.a.)(f.t.)(I_{ic})(\# cond.)$$

$I_{COND.} = 32,00$ AMPERES DE AMPACIDAD.
 MAYOR A $25,07$ AMPERES DE CARGA.

4.2. SELECCION DEL ALIMENTADOR POR CAIDA DE TENSION.

4.2.1. CONSIDERANDO EL AREA DEL CONDUCTOR.

$$A_{COND} = \frac{(2\sqrt{3})(L)(I_{DEM.})(F.D.)}{(V_f)(\%e)}$$

$A_{COND} = 6,91$ mm²

POR LO QUE EL CONDUCTOR SELECCIONADO ES:

CALIBRE: = 8 AWG/KCM THW-LS 60 °C.
 AREA: = 8,37 mm²
 COND.xFASE = 1 POR FASE
 AREA: = 8,37 mm² > A 6,91 mm²

4.2.2. CONSIDERANDO LA IMPEDANCIA DEL CONDUCTOR.

$Z = \frac{(V_f)(\%e)(C_x FASE)}{(\sqrt{3})(100)(I_{NOM.})(L)(F.D.)}$
 $Z = 0,002894844$ OHMS/METRO
 COND. CAL = 8 AWG/KCM THW-LS 60 °C.
 $Z = 0,0023961$ OHMS/METRO
 COND.xFASE = 1 POR FASE
 $Z = 0,0023961$ OHMS/METRO

4.3. CONSIDERANDO LA PROTECCION DEL CONDUCTOR.

DETERMINADA EN BASE AL 25% DE LA CORRIENTE DE CARGA, TENIENDO:

$25,07$ AMPERES DE CARGA: $I_{NOM COND} = 1.25 \times I_{CARGA}$
 $I_{NOM COND} = 31,34$ AMPERES, < A 32,00 AMP. DE AMPACIDAD.

CONCLUSION: METODO DE SELECCION DEL ALIMENTADOR **IMPEDANCIA**

COND. SEL.: 8 AWG/KCM THW-LS 60 °C.
 $I_{COND SEL.} = 40$ AMPERES
 COND.xFASE = 1 POR FASE

$$I_c = (f.a.)(f.t.)(I_{ic})(\# cond.)$$

$I_{TOTAL SEL.} = 32,0$ AMPERES, > A $31,34$ AMPERES DE 4.3.

PARA EL COND. 8 AWG/ KCM $Z = 0,0023961$ OHMS/METRO

5. CAIDA DE TENSION REFERIDA AL CONDUCTOR SELECCIONADO.

$\%e = \frac{(\sqrt{3})(100)(I_{NOM.})(L)(Z)(F.D.)}{(V_f)(C_x FASE)}$
 $\%e = 1,66$ %
 $e = 3,64$ VOLTS ENTRE FASES
 $V_{FF} = 216,36$ VOLTS/CIRC. DERIVADO

6. SELECCION DEL CONDUCTOR PARA LA PUESTA A TIERRA DEL EQUIPO.

40 AMP. DE PROTECCION, EL CONDUCTOR DE TIERRA SERA CALIBRE
10 AWG DESNUDO, TABLA No. 250-95 DE LA NOM-001-SEDE-2005.
8 AWG YA COMPENSADO.

7. PARA EL CALCULO DE LA CANALIZACION EMPLEADA.

CONDUCTOR PARA ALIMENTAR	CAL. DEL COND. AWG-KCM	AREA DEL CONDUCTOR AISLADO (mm ²)	NUMERO DE CONDUCTORES POR FASE	AREA TOTAL CONDUCTOR (mm ²)
FASE A	1-8 NEGRO	28.20	1	28.20
FASE B	1-8 ROJO	28.20	1	28.20
FASE C	1-8 AZUL	28.20	1	28.20
NEUTRO	1-8 BLANCO	28.20	1	28.20
DESNUDO	1-8 DESNUDO	28.20	1	28.20
SUB-TOTAL AREA				141,00
No. DE TUBERIAS				1,00
AREA TOTAL				141,00

AREA_{40%} = $141,00$ mm², REPRESENTA EL 40% DEL AREA TOTAL DE LA TUBERIA P.G.G.

AREA_{100%} = $352,50$ mm², REPRESENTA EL 100% DEL AREA TOTAL DE LA TUBERIA P.G.G.

EN TUBERIA DE 27 mm P.G.G., AREA DE $557,00$ mm² LA CUAL ES MAYOR A LOS $352,50$ mm² OBTENIDOS POR CALCULO, TABLA No.10-4, CAP.10 DE LA NOM-001-SEDE-2005.

8. CONCLUSIONES DEL ANALISIS ANTERIOR.

CONDUCTOR :
 3-8 AWG/KCM (1xFASE).
 1-8 AWG/KCM NEUTRO
 1-8 AWG/KCM DESNUDO DE TIERRA

PROTECCION DEL ALIMENTADOR:
 3P.40 A,

DESCONEXION EN EL TABLERO:
 3P-40 A,

CANALIZACION:
 EN TUBERIA P.G.G. DE 27 mm, 1 pulgada (s)
 CAIDA DE TENSION (% e): 1,66 %

EQUIPO : TABLERO "E" (FUERZAY ALUM.)

1. DATOS PARA SELECCIONAR EL ALIMENTADOR.

VOLTAJE = 220 /127 VOLTS, 3F-5H, 60Hz.
 POTENCIA = 11.538,77 VA
 + reserva del = 65,86 %
 POTENCIAres. = 7.600,00 VA
 POTENCIAtot. = 19.138,77 VA
 F.D. = 1,00
 POTENCIAdem. = 19.138,77 VA
 F.P. = 0,90 %
 %e de TENSION = 2,50 %e
 TEM. AMB. = 30,00 GC
 LONGITUD = 55,00 mts.
 1,732 = RAIZ CUADRADA DE (3)

2. CORRIENTE NOMINAL EN EL ALIMENTADOR.

$$I_{NOM.} = \frac{VA}{(V_f)(1.732)}$$

$I_{NOM.} = 50,23$ AMPERES
 $I_{DEM.} = 50,23$ AMPERES

3. SELECCION DE LA PROTECCION EN EL ALIMENTADOR.

$$I_{PROT.} = (1,25)(I_{DEM.})$$

$I_{PROT.} = 62,78$ AMPERES
 3P-70A,

4. SELECCION DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR.

CONSIDERACIONES:
 AISLAMIENTO= THW-LS 75 °C.
 CANALIZACION= DUCTO CUADRADO METALICO
 °t= 30 °C, DE OPERACION.
 f.t.= 1,00
 config.=
 f.a.= 1,00 SECCION 310-15, INCISO g).
 TABLA 310-16.

4.1. SELECCION DEL CONDUCTOR POR AMPACIDAD.

COND. SEL.: = 4 AWG/KCM THW-LS 60 °C.
 $I_{COND SEL.} = 70$ AMPERES
 COND.xFASE = 1 POR FASE
 $I_{TOTAL SEL.} = 70$ AMPERES

$$I_c = (f.a.)(f.t.)(I_{ic})(\#cond.)$$

$I_{COND.} = 70,00$ AMPERES DE AMPACIDAD.
 MAYOR A $50,23$ AMPERES DE CARGA.

4.2. SELECCION DEL ALIMENTADOR POR CAIDA DE TENSION.

4.2.1. CONSIDERANDO EL AREA DEL CONDUCTOR.

$$A_{COND} = \frac{(2\sqrt{3})L(I_{NOM.})(F.D.)}{(V_f)(\%e)}$$

$A_{COND} = 17,40$ mm²
 POR LO QUE EL CONDUCTOR SELECCIONADO ES:
 CALIBRE: = 4 AWG/KCM THW-LS 60 OC.
 AREA: = 21,20 mm²
 COND.xFASE = 1 POR FASE
 AREA: = 21,20 mm² > A 17,40 mm²

4.2.2. CONSIDERANDO LA IMPEDANCIA DEL CONDUCTOR.

$Z = \frac{(V_f)(\%e)(C_xFASE)}{(\sqrt{3})(100)(I_{NOM.})(L)(F.D.)}$
 COND. CAL = 4 AWG/KCM THW-LS 60 °C.
 $Z = 0,00114949913$ OHMS/METRO
 COND.xFASE = 1 POR FASE
 $Z = 0,0010011$ OHMS/METRO
 $Z = 0,0010011$ OHMS/METRO

4.3. CONSIDERANDO LA PROTECCION DEL CONDUCTOR.

DETERMINADA EN BASE AL 25% DE LA CORRIENTE DE CARGA, TENIENDO:

$50,23$ AMPERES DE CARGA. $I_{NOM COND.} = 1,25 \times I_{CARGA}$
 $I_{NOM COND.} = 62,78$ AMPERES, < A 70,00 AMP. DE AMPACIDAD.

CONCLUSION: METODO DE SELECCION DEL ALIMENTADOR **IMPEDANCIA**
 COND. SEL.: 4 AWG/KCM THW-LS 60°C.
 $I_{COND SEL.} = 70$ AMPERES
 COND.xFASE = 1 POR FASE

$$I_c = (f.a.)(f.t.)(I_{ic})(\#cond.)$$

$I_{TOTAL SEL.} = 70$ AMPERES, > A $62,78$ AMPERES DE 4.3.

PARA EL COND. 4 AWG/ KCM $Z = 0,0010011$ OHMS/METRO

5. CAIDA DE TENSION REFERIDA AL CONDUCTOR SELECCIONADO.

$\%e = \frac{(\sqrt{3})(100)(I_{NOM.})(L)(Z)(F.D.)}{(V_f)(C_xFASE)}$
 $\%e = 2,18$ %
 e = 4,79 VOLTS ENTRE FASES
 $V_{FF} = 215,21$ VOLTS/CIRC. DERIVADO

6. SELECCION DEL CONDUCTOR PARA LA PUESTA A TIERRA DEL EQUIPO.

3P-70AMP. DE PROTECCION, EL CONDUCTOR DE TIERRA SERA CALIBRE
 8AWG DESNUDO, TABLA No. 250-95 DE LA NOM-001-SEDE-2005.
 8AWG YA COMPENSADO.

7. PARA EL CALCULO DE LA CANALIZACION EMPLEADA.

CONDUCTOR PARA ALIMENTAR	CAL. DEL COND. AWG-KCM	AREA DEL CONDUCTOR AISLADO	NUMERO DE CONDUCTORES POR FASE	AREA TOTAL CONDUCTOR (mm ²)
FASE A	1-4 NEGRO	62,80	1	62,80
FASE B	1-4 ROJO	62,80	1	62,80
FASE C	1-4 AZUL	62,80	1	62,80
NEUTRO	1-4 BLANCO	62,80	1	62,80
TIERRA	1-4 DESNUDO	21,20	1	21,20
SUB-TOTAL AREA				272,40
No. DE CANAL.				1,00
AREA TOTAL				272,40

AREA_{40%} = 272,40 mm², REPRESENTA EL 40% DEL AREA TOTAL DE LA TUBERIA P.G.G.

AREA_{100%} = 681,00 mm², REPRESENTA EL 100% DEL AREA TOTAL DE LA TUBERIA P.G.G.

EN TUBERIA DE **35 mm** P.G.G., AREA DE 965,00 mm² LA CUAL ES MAYOR A LOS 681,00 mm² OBTENIDOS POR CALCULO, TABLA No. 10-4, CAP. 10 DE LA NOM-001-SEDE-1999.

8. CONCLUSIONES DEL ANALISIS ANTERIOR.

CONDUCTOR :
 3-4 AWG/KCM (1xFASE).
 1-4AWG/KCM NEUTRO
 1-4 AWG/KCM DESNUDO

PROTECCION DEL ALIMENTADOR:
 3P-70A,

DESCONEXION EN EL TABLERO:
 3P-70A,

CANALIZACION:
 EN TUBERIA P.G.G. DE 35 mm, 1 1/4" pulgada (s)

CAIDA DE TENSION (% e): **2,18** %

EQUIPO : TABLERO "FE" (ELEVADORES)

1. DATOS PARA SELECCIONAR EL ALIMENTADOR.

VOLTAJE = 220 /127 VOLTS, 3F-5H, 60Hz.
 POTENCIA = 42.673,37 VA
 + reserva del = 7,22378 %
 POTENCIAres. = 3.082,63 VA
 POTENCIAtot. = 45.756,00 VA
 F.D. = 0,60
 POTENCIAdem. = 27.453,60 VA
 F.P. = 0,90 %
 %e de TENSION = 1,00 %e
 TEM. AMB. = 30,00 GC
 LONGITUD = 10,00 mts.
 1,732 = RAIZ CUADRADA DE (3)

2. CORRIENTE NOMINAL EN EL ALIMENTADOR.

$$I_{NOM} = \frac{VA}{(V_f)(1.732)}$$

I_{NOM} = 120,08 AMPERES
 I_{DEM} = 72,05 AMPERES

3. SELECCION DE LA PROTECCION EN EL ALIMENTADOR.

$$I_{PROT} = (1.25)(I_{DEM})$$

I_{PROT} = 90,06 AMPERES
 3P-100 A,

4. SELECCION DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR.

CONSIDERACIONES:
 AISLAMIENTO= THW-LS 75 °C.
 CANALIZACION= EN TUBERIA P.G.G.
 $t = 30$ °C, DE OPERACION.
 $f.t. = 1,00$
 config.=
 $f.a. = 1,00$ SECCION 310-15, INCISO g).
 TABLA 310-16.

4.1. SELECCION DEL CONDUCTOR POR AMPACIDAD.

COND. SEL.: = 4 AWG/KCM THW-LS 60 °C.
 $I_{COND SEL.}$ = 70 AMPERES
 COND.xFASE = 1 POR FASE
 $I_{TOTAL SEL.}$ = 70 AMPERES

$$I_c = (f.a.) (f.t.) (I_{ic}) (\# cond.)$$

$I_{COND.}$ = 70,00 AMPERES DE AMPACIDAD.
 MAYOR A 72,05 AMPERES DE CARGA.

4.2. SELECCION DEL ALIMENTADOR POR CAIDA DE TENSION.

4.2.1. CONSIDERANDO EL AREA DEL CONDUCTOR.

$$A_{COND} = \frac{(2\sqrt{3})(L)(I_{NOM})(F.D.)}{(V_f)(\%e)}$$

$A_{COND.}$ = 11,34 mm²
 POR LO QUE EL CONDUCTOR SELECCIONADO ES:
 CALIBRE: = 6 AWG/KCM THW-LS 60 °C.
 AREA: = 13,30 mm²
 COND.xFASE = 1 POR FASE
 AREA: = 13,30 mm² > A 11,34 mm²

4.2.2. CONSIDERANDO LA IMPEDANCIA DEL CONDUCTOR.

$$Z = \frac{(V_f)(\%e)(C_x FASE)}{(\sqrt{3})(100)(I_{NOM})(L)(F.D.)}$$

Z= 0,001762975 OHMS/METRO
 COND. CAL.= 1/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C.
 Z= 0,0004625 OHMS/METRO
 COND.xFASE = 1 POR FASE
 Z= 0,0004625 OHMS/METRO

4.3. CONSIDERANDO LA PROTECCION DEL CONDUCTOR.

DETERMINADA EN BASE AL 25% DE LA CORRIENTE DE CARGA, TENIENDO:

72,05 AMPERES DE CARGA: $I_{NOM COND.} = 1.25 \times I_{CARGA}$
 $I_{NOM COND.}$ = 90,06 AMPERES, < A 70,00 AMP. DE AMPACIDAD.

CONCLUSION: METODO DE SELECCION DEL ALIMENTADOR **IMPEDANCIA**
 COND. SEL.: 1/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C.
 $I_{COND SEL.}$ 150 AMPERES
 COND.xFASE 1 POR FASE

$$I_c = (f.a.) (f.t.) (I_{ic}) (\# cond.)$$

$I_{TOTAL SEL.}$ 150,0 AMPERES, > A 90,06 AMPERES DE 4.3.

PARA EL COND. 1/0 AWG/ KCM Z= 0,0004625 OHMS/METRO

5. CAIDA DE TENSION REFERIDA AL CONDUCTOR SELECCIONADO.

$$\%e = \frac{(\sqrt{3})(100)(I_{NOM})(L)(Z)(F.D.)}{(V_f)(C_x FASE)}$$

%e= 0,26 %
 e= 0,58 VOLTS ENTRE FASES
 V_{FF} = 219,42 VOLTS/CIRC. DERIVADO

6. SELECCION DEL CONDUCTOR PARA LA PUESTA A TIERRA DEL EQUIPO.

100 AMP. DE PROTECCION, EL CONDUCTOR DE TIERRA SERA CALIBRE
 8 AWG DESNUDO, TABLA No. 250-95 DE LA NOM-001-SEDE-2005.
 4 AWG YA COMPENSADO.

7. PARA EL CALCULO DE LA CANALIZACION EMPLEADA.

CONDUCTOR PARA ALIMENTAR	CAL. DEL COND. AWG-KCM	AREA DEL CONDUCTOR AISLADO	NUMERO DE CONDUCTORES POR FASE	AREA TOTAL CONDUCTOR (mm ²)
FASE A	1-1/0 NEGRO	143,00	1	143,00
FASE B	1-1/0 ROJO	143,00	1	143,00
FASE C	1-1/0 AZUL	143,00	1	143,00
NEUTRO	1-1/0 BLANCO	143,00	1	143,00
TIERRA	1-4 DESNUDO	21,20	1	21,20
SUB-TOTAL AREA				593,20
No. DE CANAL.				1,00
AREA TOTAL				593,20

AREA_{20%} = 593,20 mm², REPRESENTA EL 20% DEL AREA

AREA_{100%} = 2.966,00 mm², REPRESENTA EL 100% DEL AREA
 DE DUCTO CUADRADO METALICO

DUCTO MET. CUADRADO DE	63,5	X	63,5
4.032.25 mm ² , DE AREA UTIL, Y QUE ES MAYOR A LOS	2.966,00		

OBTENIDOS POR CALCULO, ARTICULO 362 DE LA NOM-001-SEDE-2005.

8. CONCLUSIONES DEL ANALISIS ANTERIOR.

CONDUCTOR :
 3-1/0 AWG/KCM (1xFASE).
 1-1/0 AWG/KCM NEUTRO
 1-4 AWG/KCM DESNUDO DE TIERRA

PROTECCION DEL ALIMENTADOR:
 3P-100 A,

DESCONEXION EN EL TABLERO:
 3P-100 A,

CANALIZACION:
 EN DUCTO CUADRADO DE 63.5X63.5 cm.

CAIDA DE TENSION (% e): 0,26 %

EQUIPO : TABLERO 'FF' (FUERZA)				
1. DATOS PARA SELECCIONAR EL ALIMENTADOR.				
VOLTAJE =	220 / 277 VOLTS, 3F-4W, 60Hz.			
POTENCIA MOT-1 =	4,444.00 WATTS			
CORR. MOT-1 =	27.00 AMPERES			
CORR. MOTS =	136.82 AMPERES			
F.D. =	1.00 %			
F.P. =	0.90 %			
% de TENSION =	2.50 %			
TEM. AMB. =	30.00 OC			
LONGITUD =	15.00 mts.			
1.732 =	RAIZ CUADRADA DE (3)			
$I_{COND} = (1.25)I_{MOT-MAYOR} + \sum I_{OM}$				
I _{CON.} =	170.57 AMPERES			
3. SELECCION DE LA PROTECCION EN EL ALIMENTADOR.				
$I_{PROT.} = I_{RB-MOT-MAYOR} + \sum I_{RB-OM}$				
I _{PROT.} =	204.32 AMPERES			
	3P-200A,			
4. SELECCION DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR.				
CONSIDERACIONES:				
AISLAMIENTO= THW-LS 75 °C.				
CANALIZACION= DUCTO CUADRADO METALICO				
° = 30 °C. DE OPERACION.				
f.L = 1.00				
confiq. =				
f.a = 1.00 SECCION 310-15, INCISO g).				
TABLA 310-16.				
4.1. SELECCION DEL CONDUCTOR POR AMPACIDAD.				
COND. SEL. =	3/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C.			
I _{COND SEL.} =	200 AMPERES			
COND.XFASE =	1 POR FASE			
I _{TOTAL SEL.} =	200 AMPERES			
$I_{C} = (f.a)(f.i)(I_{a})(\#cond.)$				
I _{COND.} =	200.00 AMPERES DE AMPACIDAD.			
MAYOR A	170.57 AMPERES DE CARGA.			
4.2. SELECCION DEL ALIMENTADOR POR CAIDA DE TENSION.				
4.2.1. CONSIDERANDO EL AREA DEL CONDUCTOR.				
$A_{COND} = \frac{(2\sqrt{3})(L)(I_{CON.})(F.D.)}{(V_f)(\%e)}$				
A _{COND.} =	16.11 mm ²			
POR LO QUE EL CONDUCTOR SELECCIONADO ES:				
CALBRE =	3/0 AWG/KCM THW-LS 75 OC.			
AREA =	53.50 mm ²			
COND.XFASE =	1 POR FASE			
AREA =	53.50 mm ² > A 16.11 mm ²			
4.2.2. CONSIDERANDO LA IMPEDANCIA DEL CONDUCTOR.				
$Z = \frac{(R)(\%e)(Cos\phi)}{(\sqrt{3})(100)(I_{CON.})(L)(F.D.)}$				
Z =	0.00124110394 OHMS/METRO			
COND. CAL =	3/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C.			
Z =	0.0004625 OHMS/METRO			
COND.XFASE =	1 POR FASE			
Z =	0.0004625 OHMS/METRO			
4.3. CONSIDERANDO LA PROTECCION DEL CONDUCTOR.				
DETERMINADA EN BASE AL 25% DE LA CORRIENTE DE CARGA, TENIENDO:				
170.57 AMPERES DE CARGA:	I _{nom cond.} = 1.25 x I _{carga.}			
I _{nom cond.} =	213.21 AMPERES, > A 200.00 AMP. DE AMPACIDAD.			
CONCLUSION: METODO DE SELECCION DEL ALIMENTADOR IMPEDANCIA				
COND. SEL. =	3/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C.			
I _{COND SEL.} =	200 AMPERES			
COND.XFASE =	1 POR FASE			
$I_{C} = (f.a)(f.i)(I_{a})(\#cond.)$				
I _{TOTAL SEL.} =	200 AMPERES, > A 213.21 AMPERES DE 4.3.			
PARA EL COND. =	3/0 AWG/KCM Z = 0.0004625 OHM \$/METRO			
5. CAIDA DE TENSION REFERIDA AL CONDUCTOR SELECCIONADO.				
$\%e = \frac{(\sqrt{3})(100)(I_{CON.})(Z)(F.D.)}{(V_f)(Cos\phi)}$				
%e =	0.83 %			
e =	2.06 VOLTS ENTRE FASES			
V _{FP} =	217.86 VOLTS/CRO. DERIVADO			
6. SELECCION DEL CONDUCTOR PARA LA PUESTA A TIERRA DEL EQUIPO.				
3P-200AMP.	DE PROTECCION, EL CONDUCTOR DE TIERRA SERA CALIBRE			
8AWG	DESNUDO, TABLA No. 250-95 DE LA NOM-001-SEDE-2005.			
4AWG	YA COM PENSADO.			
7. PARA EL CALCULO DE LA CANALIZACION EMPLEADA.				
CONDUCTOR PARA:	CAL. DEL COND.	AREA DEL CONDUCTOR AISLADO	NUMERO DE CONDUCTORES POR FASE	AREA TOTAL CONDUCTOR (mm ²)
ALIMENTAR	AWG-KCM			
FASE A	1-3/0 NEGRO	143.00	1	143.00
FASE B	1-3/0 ROJO	143.00	1	143.00
FASE C	1-3/0 AZUL	143.00	1	143.00
NEUTRO	1-3/0 BLANCO	143.00	1	143.00
TIERRA	1-4 DESNUDO	21.20	1	21.20
SUB-TOTAL AREA				693.20
No. DE CANAL.				1.00
AREA TOTAL				693.20
AREA 20%		593.20 mm ² , REPRESENTA EL 20% DEL AREA DE DUCTO CUADRADO METALICO		
AREA 100%		2,966.00 mm ² , REPRESENTA EL 100% DEL AREA DE DUCTO CUADRADO METALICO		
DUCTO MET. CUADRADO DE	83.6	X	83.6	mm
4,032.25	mm ² , DE AREA UTIL, Y QUE ES MAYOR A LOS		2,966.00	mm ²
OBTENIDOS POR CALCULO, ARTICULO 362 DE LA NOM-001-SEDE-2005.				
8. CONCLUSIONES DEL ANALISIS ANTERIOR:				
CONDUCTOR :				
3-3/0 AWG/KCM (1xFASE).				
1-3/0AWG/KCM NEUTRO				
1-4 AWG/KCM DESNUDO				
PROTECCION DEL ALIMENTADOR:				
3P-200A,				
DESCONEXION EN EL TABLERO:				
3P-150A.				
CANALIZACION:				
EN DUCTO CUADRADO DE 63.5X63.5 cm.				
CAIDA DE TENSION (%e): 0.83 %				

EQUIPO : TABLERO 'FR' (FUERZA)

1. DATOS PARA SELECCIONAR EL ALIMENTADOR.

VOLTAJE = 220 / 277 VOLTS, 3F-4W, 60Hz.
 POTENCIA MOT-1 = 5,148.00 WATTS
 CORR. MOT-1 = 23.40 AMPERES

 CORR. MOTS = 137.50 AMPERES

 F.D. = 1.00 %
 F.P. = 0.90 %
 %e de TENSION = 2.50 %e
 TEM. AMB. = 30.00 G.C
 LONGITUD = 15.00 mts.
 1.732 = RAIZ CUADRADA DE (3)

$$I_{COND} = (1.25) I_{MOT-MAYOR} + \sum I_{OM}$$

$I_{CON} = 166.75$ AMPERES

3. SELECCION DE LA PROTECCION EN EL ALIMENTADOR.

$$I_{PROT.} = I_{RB-MOT-MAYOR} + \sum I_{RB-OM}$$

$I_{PROT.} = 196.00$ AMPERES
 3P-200A,

4. SELECCION DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR.

CONSIDERACIONES:
 AISLAMIENTO = THW-LS 75 °C.
 CANALIZACION = DUCTO CUADRADO METALICO
 °t = 30 °C, DE OPERACION.
 f.t. = 1.00
 config. =
 f.a. = 1.00 SECCION 310-15, INCISO g.
 TABLA 310-16.

4.1. SELECCION DEL CONDUCTOR POR AMPACIDAD.

COND. SEL. = 3/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C.
 $I_{COND SEL.} = 200$ AMPERES
 COND.XFASE = 1 POR FASE
 $I_{TOTAL SEL.} = 200$ AMPERES

$$I_c = (f.a.)(f.t.)(I_c)(\#cond.)$$

$I_{COND} = 200.00$ AMPERES DE AMPACIDAD.
 MAYOR A 166.75 AMPERES DE CARGA.

4.2. SELECCION DEL ALIMENTADOR POR CAIDA DE TENSION.

4.2.1. CONSIDERANDO EL AREA DEL CONDUCTOR.

$$A_{COND} = \frac{(2.3)(L)(I_{COND})}{(V)(\%e)} (F.D.)$$

$A_{COND} = 15.75$ m²
 POR LO QUE EL CONDUCTOR SELECCIONADO ES:
 CALIBRE = 3/0 AWG/KCM THW-LS 75 OC.
 AREA = 53.50 m²
 COND.XFASE = 1 POR FASE
 AREA = 53.50 m² > A 15.75 m²

4.2.2. CONSIDERANDO LA IMPEDANCIA DEL CONDUCTOR.

$$Z = \frac{(1/2)(\%e)(C_x FASE)}{(\sqrt{3})(100)(I_{COND})(L)(F.D.)}$$

Z = 0.00126953582 OHMS/METRO
 OND. CAL. = 3/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C.
 Z = 0.0004625 OHMS/METRO
 COND.XFASE = 1 POR FASE
 Z = 0.0004625 OHMS/METRO

4.3. CONSIDERANDO LA PROTECCION DEL CONDUCTOR DETERMINADA EN BASE AL 25% DE LA CORRIENTE DE CARGA, TENIENDO:

166.75 AMPERES DE CARGA: $I_{CON COND.} = 1.25 \times I_{CARGA}$
 $I_{CON COND.} = 208.44$ AMPERES, > A 200.00 AMP. DE AMPACIDAD.

CONCLUSION: METODO DE SELECCION DEL ALIMENTADOR **IMPEDANCIA**
 COND. SEL.: 3/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C.
 $I_{COND SEL.} = 200$ AMPERES
 COND.XFASE = 1 POR FASE

$$I_c = (f.a.)(f.t.)(I_c)(\#cond.)$$

$I_{TOTAL SEL.} = 200$ AMPERES, > A 208.44 AMPERES DE 4.3.

PARA EL COND. 3/0 AWG/KCM Z = 0.0004625 OHMS/METRO

5. CAIDA DE TENSION REFERIDA AL CONDUCTOR SELECCIONADO.

$$\%e = \frac{(\sqrt{3})(100)(I_{COND})(L)(Z)(F.D.)}{(V)(C_x FASE)}$$

$\%e = 0.81$ %
 e = 2.00 VOLTS ENTRE FASES
 $V_{PP} = 218.00$ VOLTS/CIRCU. DERIVADO

6. SELECCION DEL CONDUCTOR PARA LA PUESTA A TIERRA DEL EQUIPO.

3P-200AMP. DE PROTECCION, EL CONDUCTOR DE TIERRA SERA CALIBRE
 8AWG DESNUDO, TABLA No. 250-95 DE LA NOM-001-SEDE-2005.
 4AWG YA COMPENSADO.

7. PARA EL CALCULO DE LA CANALIZACION EMPLEADA.

CONDUCTOR PARA ALIMENTAR:	CAL. DEL COND. AWG/KCM	AREA DEL CONDUCTOR AISLADO	NUMERO DE CONDUCTORES POR FASE:	AREA TOTAL CONDUCTOR (mm ²)
FASE A	1-3/0 NEGRO	143.00	1	143.00
FASE B	1-3/0 ROJO	143.00	1	143.00
FASE C	1-3/0 AZUL	143.00	1	143.00
NEUTRO	1-3/0 BLANCO	143.00	1	143.00
TIERRA	1-4 DESNUDO	21.20	1	21.20
SUB-TOTAL AREA				593.20
No. DE CANAL				1.00
AREA TOTAL				593.20

AREA_{20%} = 593.20 mm², REPRESENTA EL 20% DEL AREA DE DUCTO CUADRADO METALICO

AREA_{100%} = 2,966.00 mm², REPRESENTA EL 100% DEL AREA DE DUCTO CUADRADO METALICO

DUCTO MET. CUADRADO DE 83.6 X 83.6 mm
 $4,032.25$ mm², DE AREA UTIL, Y QUE ES MAYOR A LOS $2,966.00$ mm²
 OBTENIDOS POR CALCULO, ARTICULO 362 DE LA NOM-001-SEDE-2005.

8. CONCLUSIONES DEL ANALISIS ANTERIOR:

CONDUCTOR:
 3-3/0 AWG/KCM (1XFASE),
 1-3/0 AWG/KCM NEUTRO
 1-4 AWG/KCM DESNUDO

PROTECCION DEL ALIMENTADOR:
 3P-200A,

DESCONEXION EN EL TABLERO:

3P-150A,

CANALIZACION:

EN DUCTO CUADRADO DE 83.6X83.6 cm.

CAIDA DE TENSION (%e) : 0.81 %

EQUIPO : TABLERO "FU" (FUERZA)																																																								
1. DATOS PARA SELECCIONAR EL ALIMENTADOR. VOLTAJE = 220 / 277 VOLTS, 3F-4W, 60Hz. POTENCIA MOT-1 = 8,888.00 WATTS CORR. MOT-1 = 30.40 AMPERES CORR. MOT3 = 172.30 AMPERES F.D. = 1.00 % F.P. = 0.90 % % CAIDA TENSION = 2.50 % TEM. AMBI. = 30.00 GC LONGITUD = 15.00 mts. 1.732 = RAZ CUADRADA DE (3)																																																								
$I_{COND} = (1.25) I_{MOT-MAYOR} + \sum I_{OM}$ I _{COND.} = 210.30 AMPERES																																																								
3. SELECCION DE LA PROTECCION EN EL ALIMENTADOR. $I_{PROT.} = I_{RB-MOT-MAYOR} + \sum I_{RB-OM}$ I _{PROT.} = 248.30 AMPERES 3P-250A,																																																								
4. SELECCION DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR. CONSIDERACIONES: AISLAMIENTO= THW-LS 75 °C. CANALIZACION= DUCTO CUADRADO METALICO t = 30 °C, DE OPERACION. f.t. = 1.00 config. = F.S. = 1.00 SECCION 310-15, INCISO g). TABLA 310-15.																																																								
4.1. SELECCION DEL CONDUCTOR POR AMPACIDAD. COND. SEL. = 4/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C. I _{COND SEL.} = 230 AMPERES COND.XFASE = 1 POR FASE I _{TOTAL SEL.} = 230 AMPERES $I_{C.} = (f.a)(f.t)(I_{sc})(\#cond.)$ I _{COND.} = 230.00 AMPERES DE AMPACIDAD. MAYOR A 210.30 AMPERES DE CARGA.																																																								
4.2. SELECCION DEL ALIMENTADOR POR CAIDA DE TENSION. 4.2.1. CONSIDERANDO EL AREA DEL CONDUCTOR. $A_{COND.} = \frac{(2\sqrt{3})(L)(I_{COND.})(F.D.)}{(V_r)(\%ca)}$ A _{COND.} = 19.87 mm ² POR LO QUE EL CONDUCTOR SELECCIONADO ES: CALIBRE = 4/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C. AREA = 53.50 mm ² COND.XFASE = 1 POR FASE AREA = 53.50 mm ² > A 19.87 mm ²																																																								
4.2.2. CONSIDERANDO LA IMPEDANCIA DEL CONDUCTOR. $Z = \frac{(\rho)(\%ca)(COND.FASE)}{(\sqrt{3})(100)(I_{COND.})(L)(F.D.)}$ Z = 0.00100663385 OHMS/METRO COND. CAL = 4/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C. Z = 0.0004625 OHMS/METRO COND.XFASE = 1 POR FASE Z = 0.0004625 OHMS/METRO 4.3. CONSIDERANDO LA PROTECCION DEL CONDUCTOR. DETERMINADA EN BASE AL 25% DE LA CORRIENTE DE CARGA, TENIENDO: 210.30 AMPERES DE CARGA. I _{NOM COND.} = 1.25 x carga. I _{NOM COND.} = 262.88 AMPERES, > A 230.00 AMP. DE AMPACIDAD.																																																								
CONCLUSION: METODO DE SELECCION DEL ALIMENTADOR IMPEDANCIA COND. SEL: 4/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C. I _{COND SEL} 200 AMPERES COND.XFASE 1 POR FASE																																																								
$I_{C.} = (f.a)(f.t)(I_{sc})(\#cond.)$ I _{TOTAL SEL} 200 AMPERES, > A 262.88 AMPERES DE 4.3. PARA EL COND. 4/0 AWG/KCM Z = 0.0004625 OHM/METRO																																																								
5. CAIDA DE TENSION REFERIDA AL CONDUCTOR SELECCIONADO. $\%ca = \frac{(\sqrt{3})(100)(I_{COND.})(Z)(F.D.)}{(V_r)(COND.FASE)}$ %ca = 1.15 % V _r = 252 VOLTS ENTRE FASES V _r = 217.47 VOLTS/CIRC. DERIVADO																																																								
6. SELECCION DEL CONDUCTOR PARA LA PUESTA A TIERRA DEL EQUIPO. <table border="1"> <tr> <td>3P-250AMP</td> <td>DE PROTECCION, EL CONDUCTOR DE TIERRA SERA CALIBRE</td> </tr> <tr> <td>8AWG</td> <td>DESNUDO, TABLA No. 250-25 DE LA NOM-001-SEDE-2005.</td> </tr> <tr> <td>4AWG</td> <td>YA COMPENSADO.</td> </tr> </table>		3P-250AMP	DE PROTECCION, EL CONDUCTOR DE TIERRA SERA CALIBRE	8AWG	DESNUDO, TABLA No. 250-25 DE LA NOM-001-SEDE-2005.	4AWG	YA COMPENSADO.																																																	
3P-250AMP	DE PROTECCION, EL CONDUCTOR DE TIERRA SERA CALIBRE																																																							
8AWG	DESNUDO, TABLA No. 250-25 DE LA NOM-001-SEDE-2005.																																																							
4AWG	YA COMPENSADO.																																																							
7. PARA EL CALCULO DE LA CANALIZACION EMPLEADA. <table border="1"> <thead> <tr> <th>CONDUCTOR FASE ALIMENTADOR</th> <th>CAL. DEL COND. AWG/KCM</th> <th>AREA DEL CONDUCTOR Arb. (mm²)</th> <th>NUMERO DE CONDUCTORES POR FASE</th> <th>AREA TOTAL CONDUCTOR (mm²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>FASE A</td> <td>1-4/0 NEGRO</td> <td>143.00</td> <td>1</td> <td>143.00</td> </tr> <tr> <td>FASE B</td> <td>1-4/0 ROJO</td> <td>143.00</td> <td>1</td> <td>143.00</td> </tr> <tr> <td>FASE C</td> <td>1-4/0 AZUL</td> <td>143.00</td> <td>1</td> <td>143.00</td> </tr> <tr> <td>NEUTRO</td> <td>1-4/0 BLANCO</td> <td>143.00</td> <td>1</td> <td>143.00</td> </tr> <tr> <td>TIERRA</td> <td>1-4 DESNUDO</td> <td>21.20</td> <td>1</td> <td>21.20</td> </tr> <tr> <td colspan="4">SUB-TOTAL AREA</td> <td>593.20</td> </tr> <tr> <td colspan="4">No. DE CANAL</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td colspan="4">AREA TOTAL</td> <td>593.20</td> </tr> </tbody> </table> AREA _{20%} = 593.20 mm ² , REPRESENTA EL 20% DEL AREA DE DUCTO CUADRADO METALICO AREA _{100%} = 2,966.00 mm ² , REPRESENTA EL 100% DEL AREA DE DUCTO CUADRADO METALICO <table border="1"> <tr> <td>DUCTO MET. CUADRADO DE</td> <td>63.5</td> <td>X</td> <td>63.5</td> <td>mm²</td> </tr> <tr> <td>4,032.25</td> <td>mm², DE AREA UTIL, Y QUE ES MAYOR A LOS</td> <td></td> <td>2,966.00</td> <td>mm²</td> </tr> </table> OBTENIDOS POR CALCULO, ARTICULO 362 DE LA NOM-001-SEDE-2005.		CONDUCTOR FASE ALIMENTADOR	CAL. DEL COND. AWG/KCM	AREA DEL CONDUCTOR Arb. (mm ²)	NUMERO DE CONDUCTORES POR FASE	AREA TOTAL CONDUCTOR (mm ²)	FASE A	1-4/0 NEGRO	143.00	1	143.00	FASE B	1-4/0 ROJO	143.00	1	143.00	FASE C	1-4/0 AZUL	143.00	1	143.00	NEUTRO	1-4/0 BLANCO	143.00	1	143.00	TIERRA	1-4 DESNUDO	21.20	1	21.20	SUB-TOTAL AREA				593.20	No. DE CANAL				1.00	AREA TOTAL				593.20	DUCTO MET. CUADRADO DE	63.5	X	63.5	mm ²	4,032.25	mm ² , DE AREA UTIL, Y QUE ES MAYOR A LOS		2,966.00	mm ²
CONDUCTOR FASE ALIMENTADOR	CAL. DEL COND. AWG/KCM	AREA DEL CONDUCTOR Arb. (mm ²)	NUMERO DE CONDUCTORES POR FASE	AREA TOTAL CONDUCTOR (mm ²)																																																				
FASE A	1-4/0 NEGRO	143.00	1	143.00																																																				
FASE B	1-4/0 ROJO	143.00	1	143.00																																																				
FASE C	1-4/0 AZUL	143.00	1	143.00																																																				
NEUTRO	1-4/0 BLANCO	143.00	1	143.00																																																				
TIERRA	1-4 DESNUDO	21.20	1	21.20																																																				
SUB-TOTAL AREA				593.20																																																				
No. DE CANAL				1.00																																																				
AREA TOTAL				593.20																																																				
DUCTO MET. CUADRADO DE	63.5	X	63.5	mm ²																																																				
4,032.25	mm ² , DE AREA UTIL, Y QUE ES MAYOR A LOS		2,966.00	mm ²																																																				
8. CONCLUSIONES DEL ANALISIS ANTERIOR: CONDUCTOR: 3-4/0 AWG/KCM (1xFASE). 1-4/0AWG/KCM NEUTRO 1-4 AWG/KCM DESNUDO PROTECCION DEL ALIMENTADOR: 3P-250A, DESCONEXION EN EL TABLERO: 3P-150A, CANALIZACION: EN DUCTO CUADRADO DE 63.5X63.5cm. CAIDA DE TENSION (% ca): 1.15 %																																																								

EQUIPO : TABLERO 'FZ' (FUERZA)

1. DATOS PARA SELECCIONAR EL ALIMENTADOR.
 VOLTAJE = 220 / 277 VOLTS, 3F-4W, 60Hz.
 POTENCIA MOT-1 = 4,444.00 WATTS
 CORR. MOT-1 = 20.20 AMPERES
 CORR. MOTS = 162.48 AMPERES
 F.D. = 1.00 %
 F.P. = 0.90 %
 %e de TENSION = 2.00 % e
 TEM. AMB. = 30.00 OC
 LONGITUD = 15.00 mts.
 1.732 = RAZ CUADRADA DE (3)

$$I_{COND} = (1.25)I_{MOT-MAYOR} + \sum I_{OM}$$

$I_{CON.} = 187.73$ AMPERES

3. SELECCION DE LA PROTECCION EN EL ALIMENTADOR.
 $I_{PROT.} = I_{RB-MOT-MAYOR} + \sum I_{RB-CM}$
 $I_{PROT.} = 212.98$ AMPERES
 3P-200A.

4. SELECCION DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR.
 CONSIDERACIONES:
 AISLAMIENTO= THW-LS 75 °C.
 CANALIZACION= DUCTO CUADRADO METALICO
 °t= 30 °C, DE OPERACION.
 f.t= 1.00
 config.=
 f.a= 1.00 SECCION 310-15, INCISO g).
 TABLA 310-15.

4.1. SELECCION DEL CONDUCTOR POR AMPACIDAD.
 COND. SEL: = 3/0 AWG/KCMTHW-LS 75 °C.
 $I_{COND SEL.} = 200$ AMPERES
 COND.XFASE = 1 POR FASE
 $I_{TOTAL SEL.} = 200$ AMPERES

$$I_c = (f.a.) (f.t.) (I_c) (\# cond.)$$

$I_{COND.} = 200.00$ AMPERES DE AMPACIDAD.
 MAYOR A 187.73 AMPERES DE CARGA.

4.2. SELECCION DEL ALIMENTADOR POR CAIDA DE TENSION.
4.2.1. CONSIDERANDO EL AREA DEL CONDUCTOR.
 $A_{COND.} = \frac{(2\sqrt{3})(L)(I_{CON.})(F.D.)}{(V_c)(\%e)}$
 $A_{COND.} = 22.17$ mm²
 POR LO QUE EL CONDUCTOR SELECCIONADO ES:
 CALIBRE = 3/0 AWG/KCMTHW-LS 75 OC.
 AREA = 53.50 mm²
 COND.XFASE = 1 POR FASE
 AREA = 53.50 mm² > A 22.17 mm²

4.2.2. CONSIDERANDO LA IMPEDANCIA DEL CONDUCTOR.
 $Z = \frac{(R)(\%e)(COND.XFASE)}{(\sqrt{3})(100)(I_{CON.})(L)(F.D.)}$
 Z= 0.00090212581 OHMS/METRO
 IND. CAL = 3/0 AWG/KCMTHW-LS 75 °C.
 Z= 0.0003080 OHMS/METRO
 COND.XFASE = 1 POR FASE
 Z= 0.0003080 OHMS/METRO

4.3. CONSIDERANDO LA PROTECCION DEL CONDUCTOR.
 DETERMINADA EN BASE AL 25% DE LA CORRIENTE DE CARGA, TENIENDO:
 187.73 AMPERES DE CARGA: $I_{NOI COND.} = 1.25 \times I_{CARGA}$
 $I_{NOI COND.} = 234.66$ AMPERES, > A 200.00 AMP. DE AMPACIDAD.

CONCLUSION: METODO DE SELECCION DEL ALIMENTADOR **IMPEDANCIA**
 COND. SEL: 4/0 AWG/KCMTHW-LS 75 °C.
 $I_{COND SEL.} = 200$ AMPERES
 COND.XFASE = 1 POR FASE

$$I_c = (f.a.) (f.t.) (I_c) (\# cond.)$$

$I_{TOTAL SEL.} = 200$ AMPERES, > A 234.66 AMPERES DE 4.3.
 PARA EL COND. 3/0 AWG/KCM Z= 0.0003080 OHMS/METRO

5. CAIDA DE TENSION REFERIDA AL CONDUCTOR SELECCIONADO.
 $\%e = \frac{(\sqrt{3})(100)(I_c)(Z)(F.D.)}{(V_c)(COND.XFASE)}$
 $\%e = 0.88$ %
 $V_{FP} = 1.60$ VOLTS ENTRE FASES
 $V_{FP} = 218.60$ VOLTS/CRO. DERIVADO

6. SELECCION DEL CONDUCTOR PARA LA PUESTA A TIERRA DEL EQUIPO.
 3P-200AMP. DE PROTECCION, EL CONDUCTOR DE TIERRA SERA CALIBRE
 8AWG DESNUDO, TABLA No. 250-95 DE LA NOM-001-SEDE-2005.
 4AWG YA COMPENSADO.

7. PARA EL CALCULO DE LA CANALIZACION EMPLEADA.

CONDUCTOR PARA ALIMENTAR	CAL. DEL COND. AWG/KCM	AREA DEL CONDUCTOR AISLADO	NUMERO DE CONDUCTORES POR FASE	AREA TOTAL CONDUCTOR (mm ²)
FASE A	1-3/0 NEGRO	201.00	1	201.00
FASE B	1-3/0 ROJO	201.00	1	201.00
FASE C	1-3/0 AZUL	201.00	1	201.00
NEUTRO	1-3/0 BLANCO	201.00	1	201.00
TERRA	1-4 DESNUDO	21.20	1	21.20
SUB-TOTAL AREA				825.20
No. DE CANAL				1.00
AREA TOTAL				825.20

AREA 20% = 825.20 mm², REPRESENTA EL 20% DEL AREA DE DUCTO CUADRADO METALICO
 AREA 100% = 4,126.00 mm², REPRESENTA EL 100% DEL AREA DE DUCTO CUADRADO METALICO

DUCTO MET. CUADRADO DE	100	X	100.0	mm
	10,000.00	mm ² , DE AREA UTIL Y QUE ES MAYOR A LOS	4,126.00	mm ²

OBTENIDOS POR CALCULO, ARTICULO 362 DE LA NOM-001-SEDE-2005.

B. CONCLUSIONES DEL ANALISIS ANTERIOR:
 CONDUCTOR : 3-3/0 AWG/KCM (1xFASE).
 1-3/0AWG/KCM NEUTRO
 1-4 AWG/KCM DESNUDO
 PROTECCION DEL ALIMENTADOR : 3P-200A.
 DESCONEXION EN EL TABLERO : 3P-150A,
 CANALIZACION : EN DUCTO CUADRADO DE100X100 cm.
 CAIDA DE TENSION (%e) : 0.88 %

EQUIPO : TABLERO "M" (SOTANO Y P.B)

1. DATOS PARA SELECCIONAR EL ALIMENTADOR.

VOLTAJE = 220 /127 VOLTS, 3F-5H, 60Hz.
 POTENCIA = 6.892,51 VA
 + reserva del = 49,3552 %
 POTENCIAres. = 3.401,81 VA
 POTENCIAtot. = 10.294,32 VA
 F.D. = 0,80
 POTENCIAdem. = 8.235,46 VA
 F.P. = 0,90 %
 %e de TENSION = 2,00 %e
 TEM. AMB. = 30,00 GC
 LONGITUD = 35,00 mts.
 1,732 = RAIZ CUADRADA DE (3)

2. CORRIENTE NOMINAL EN EL ALIMENTADOR.

$$I_{NOM} = \frac{VA}{(V_f)(1,732)}$$

$I_{NOM} = 27,02$ AMPERES

$I_{DEM} = 21,61$ AMPERES

3. SELECCION DE LA PROTECCION EN EL ALIMENTADOR.

$$I_{PROT} = (1,25)(I_{DEM})$$

$I_{PROT} = 27,02$ AMPERES
 3P-40 A

4. SELECCION DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR.

CONSIDERACIONES:

AISLAMIENTO= THW-LS 75 °C.

CANALIZACION= EN TUBERIA P.G.G.

°t= 30 °C. DE OPERACION.

f.t.= 1,00

config.=

f.a.= 0,80 SECCION 310-15. INCISO g).

TABLA 310-16.

4.1. SELECCION DEL CONDUCTOR POR AMPACIDAD.

COND. SEL.: = 8 AWG/KCM THW-LS 60 °C.

$I_{COND SEL} = 40$ AMPERES

COND.xFASE = 1 POR FASE

$I_{TOTAL SEL} = 40$ AMPERES

$$I_c = (f.a.)(f.t.)(I_{ic})(\# cond.)$$

$I_{COND} = 32,00$ AMPERES DE AMPACIDAD.

MAYOR A $21,61$ AMPERES DE CARGA.

4.2. SELECCION DEL ALIMENTADOR POR CAIDA DE TENSION.

4.2.1. CONSIDERANDO EL AREA DEL CONDUCTOR.

$$A_{COND} = \frac{(2\sqrt{3})(L)(I_{NOM})(F.D.)}{(V_f)(\%e)}$$

$A_{COND} = 5,96$ mm²

POR LO QUE EL CONDUCTOR SELECCIONADO ES:

CALIBRE: = 8 AWG/KCM THW-LS 60 °C.

AREA: = 8,37 mm²

COND.xFASE = 1 POR FASE

AREA: = 8,37 mm² > A 5,96 mm²

4.2.2. CONSIDERANDO LA IMPEDANCIA DEL CONDUCTOR.

$$Z = \frac{(V_f)(\%e)(CxFASE)}{(\sqrt{3})(100)(I_{NOM})(L)(F.D.)}$$

Z= 0,003358301 OHMS/METRO

COND. CAL= 8 AWG/KCM THW-LS 60 °C.

Z= 0,0023961 OHMS/METRO

COND.xFASE = 1 POR FASE

Z= 0,0023961 OHMS/METRO

4.3. CONSIDERANDO LA PROTECCION DEL CONDUCTOR.

DETERMINADA EN BASE AL 25% DE LA CORRIENTE DE CARGA, TENIENDO:

$21,61$ AMPERES DE CARGA: $I_{NOM COND} = 1,25 \times I_{CARGA}$

$I_{NOM COND} = 27,02$ AMPERES, < A 32,00 AMP. DE AMPACIDAD.

CONCLUSION: METODO DE SELECCION DEL ALIMENTADOR **IMPEDANCIA**

COND. SEL.: 8 AWG/KCM THW-LS 60 °C.

$I_{COND SEL} = 40$ AMPERES

COND.xFASE = 1 POR FASE

$$I_c = (f.a.)(f.t.)(I_{ic})(\# cond.)$$

$I_{TOTAL SEL} = 32,0$ AMPERES, > A $27,02$ AMPERES DE 4.3.

PARA EL COND. 8 AWG/ KCM Z= 0,0023961 OHMS/METRO

5. CAIDA DE TENSION REFERIDA AL CONDUCTOR SELECCIONADO.

$$\%e = \frac{(\sqrt{3})(100)(I_{NOM})(L)(Z)(F.D.)}{(V_f)(CxFASE)}$$

%e= 1,43 %

e= 3,14 VOLTS ENTRE FASES

$V_{FF} = 216,86$ VOLTS/CIRC. DERIVADO

6. SELECCION DEL CONDUCTOR PARA LA PUESTA A TIERRA DEL EQUIPO.

40 AMP. DE PROTECCION, EL CONDUCTOR DE TIERRA SERA CALIBRE

10 AWG DESNUDO, TABLA No. 250-95 DE LA NOM-001-SEDE-2005.

8 AWG YA COMPENSADO.

7. PARA EL CALCULO DE LA CANALIZACION EMPLEADA.

CONDUCTOR PARA	CAL. DEL COND.	AREA DEL CONDUCTOR AISLADO (mm ²)	NUMERO DE CONDUCTORES POR FASE	AREA TOTAL CONDUCTOR (mm ²)
ALIMENTAR	AWG-KCM			
FASE A	1-8 NEGRO	28,20	1	28,20
FASE B	1-8 ROJO	28,20	1	28,20
FASE C	1-8 AZUL	28,20	1	28,20
NEUTRO	1-8 BLANCO	28,20	1	28,20
DESNUDO	1-8 DESNUDO	28,20	1	28,20

SUB-TOTAL AREA **141,00**

No. DE TUBERIAS **1,00**

AREA TOTAL **141,00**

AREA_{40%} = 141,00 mm², REPRESENTA EL 40% DEL AREA

TOTAL DE LA TUBERIA P.G.G.

AREA_{100%} = 352,50 mm², REPRESENTA EL 100% DEL AREA

TOTAL DE LA TUBERIA P.G.G.

EN TUBERIA DE 27 mm P.G.G., AREA DE 557,00 mm²

LA CUAL ES MAYOR A LOS 352,50 mm² OBTENIDOS

POR CALCULO, TABLA No.10-4, CAP.10 DE LA NOM-001-SEDE-2005.

8. CONCLUSIONES DEL ANALISIS ANTERIOR.

CONDUCTOR :

3-8 AWG/KCM (1xFASE).

1-8 AWG/KCM NEUTRO

1-8 AWG/KCM DESNUDO DE TIERRA

PROTECCION DEL ALIMENTADOR:

3P-40 A

DESCONEXION EN EL TABLERO:

3P-40 A,

CANALIZACION:

EN TUBERIA P.G.G. DE 27 mm, 1 pulgada (s)

CAIDA DE TENSION (% e): 1,43 %

EQUIPO : TABLERO "R1" (OFICINAS)

1. DATOS PARA SELECCIONAR EL ALIMENTADOR.

VOLTAJE = 220 /127 VOLTS, 3F-6H, 60Hz.
 POTENCIA = 80.637,88 VA
 + reserva del 0,00 %
 POTENCIAres. = 0,00 VA
 POTENCIAtot. = 80.637,88 VA
 F.D. = 0,40
 POTENCIAdem. = 32.255,15 VA
 F.P. = 0,90 %
 %e de TENSION = 1,00 %e
 TEM. AMB. = 30,00 GC
 LONGITUD = 3,00 mts.
 1,732 = RAIZ CUADRADA DE (3)

2. CORRIENTE NOMINAL EN EL ALIMENTADOR.

$$I_{NOM} = \frac{VA}{(V_f)(1.732)}$$

$I_{NOM} = 211,62$ AMPERES
 $I_{DEM} = 84,65$ AMPERES

3. SELECCION DE LA PROTECCION EN EL ALIMENTADOR.

$$I_{PROT} = (1.25)(I_{DEM})$$

$I_{PROT} = 105,81$ AMPERES
 3P-125 A,

4. SELECCION DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR.

CONSIDERACIONES:
 AISLAMIENTO= THW-LS 75 °C.
 CANALIZACION= EN TUBERIA P.G.G.
 $\theta = 30$ °C, DE OPERACION.
 $f.t. = 1,00$
 config.=
 $f.a. = 1,00$ SECCION 310-15, INCISO g).
 TABLA 310-16.

4.1. SELECCION DEL CONDUCTOR POR AMPACIDAD.

COND. SEL.: = 1/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C.
 $I_{COND SEL.} = 150$ AMPERES
 COND.xFASE = 1 POR FASE
 $I_{TOTAL SEL.} = 150$ AMPERES

$$I_c = (f.a.)(f.t.)(I_{ic})(\neq cond.)$$

$I_{COND.} = 150,00$ AMPERES DE AMPACIDAD.
 MAYOR A $84,65$ AMPERES DE CARGA.

4.2. SELECCION DEL ALIMENTADOR POR CAIDA DE TENSION.

4.2.1. CONSIDERANDO EL AREA DEL CONDUCTOR.

$$A_{COND} = \frac{(2\sqrt{3})L(I_{COND})(F.D.)}{(V_f)(\%e)}$$

$A_{COND} = 4,00$ mm²
 POR LO QUE EL CONDUCTOR SELECCIONADO ES:
 CALIBRE = 1/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C.
 AREA = 53,50 mm²
 COND.xFASE = 1 POR FASE
 AREA = 53,50 mm² > A 4,00 mm²

4.2.2. CONSIDERANDO LA IMPEDANCIA DEL CONDUCTOR.

$Z = \frac{(V_f)(\%e)(C_xF,45E)}{(\sqrt{3})(100)(I_{NOM})(L)(F.D.)}$
 COND. CAL = 1/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C.
 $Z = 0,005001785$ OHMS/METRO
 $Z = 0,0004625$ OHMS/METRO
 COND.xFASE = 1 POR FASE
 $Z = 0,0004625$ OHMS/METRO

4.3. CONSIDERANDO LA PROTECCION DEL CONDUCTOR.

DETERMINADA EN BASE AL 25% DE LA CORRIENTE DE CARGA, TENIENDO:

$84,65$ AMPERES DE CARGA: $I_{NOM COND.} = 1.25 \times I_{CARGA}$
 $I_{NOM COND.} = 105,81$ AMPERES, < A 150,00 AMP. DE AMPACIDAD.

CONCLUSION: METODO DE SELECCION DEL ALIMENTADOR **AMPACIDAD**
 COND. SEL.: 1/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C.
 $I_{COND SEL.} = 150$ AMPERES
 COND.xFASE = 1 POR FASE

$$I_c = (f.a.)(f.t.)(I_{ic})(\neq cond.)$$

$I_{TOTAL SEL.} = 150,0$ AMPERES, > A $105,81$ AMPERES DE 4.3.

PARA EL COND. 1/0 AWG/ KCM $Z = 0,0004625$ OHMS/METRO

5. CAIDA DE TENSION REFERIDA AL CONDUCTOR SELECCIONADO.

$\%e = \frac{(\sqrt{3})(100)(I_{NOM})(L)(Z)(F.D.)}{(V_f)(C_xF,45E)}$ $\%e = 0,09$ %
 $e = 0,20$ VOLTS ENTRE FASES
 $V_{FF} = 219,80$ VOLTS/CIRC. DERIVADO

6. SELECCION DEL CONDUCTOR PARA LA PUESTA A TIERRA DEL EQUIPO.

125AMP. DE PROTECCION, EL CONDUCTOR DE TIERRA SERA CALIBRE
 6 AWG DESNUDO, TABLA No. 250-95 DE LA NOM-001-SEDE-2005.
 4 AWG YA COMPENSADO.

7. PARA EL CALCULO DE LA CANALIZACION EMPLEADA.

CONDUCTOR PARA ALIMENTAR	CAL DEL COND. AWG-KCM	AREA DEL CONDUCTOR AISLADO (mm ²)	NUMERO DE CONDUCTORES POR FASE	AREA TOTAL CONDUCTOR (mm ²)
FASE A	1-1/0 NEGRO	143,00	1	143,00
FASE B	1-1/0 ROJO	143,00	1	143,00
FASE C	1-1/0 AZUL	143,00	1	143,00
NEUTRO	1-1/0 BLANCO	143,00	1	143,00
DESNUDO	1-4 DESNUDO 1-4 VERDE	62,80	2	125,60
SUB-TOTAL AREA				697,60
No. DE TUBERIAS				1,00
AREA TOTAL				697,60

AREA_{40%} = 697,60 mm², REPRESENTA EL 40% DEL AREA

TOTAL DE LA TUBERIA P.G.G.

AREA_{100%} = 1.744,00 mm², REPRESENTA EL 100% DEL AREA

TOTAL DE LA TUBERIA P.G.G.

EN TUBERIA DE **53 mm** P.G.G., AREA DE 2.165,00 mm²
 LA CUAL ES MAYOR A LOS 1.744,00 mm² OBTENIDOS
 POR CALCULO, TABLA No.10-4, CAP.10 DE LA NOM-001-SEDE-2005.

8. CONCLUSIONES DEL ANALISIS ANTERIOR.

CONDUCTOR : 3-1/0 AWG/KCM (1xFASE).
 1-1/0 AWG/KCM NEUTRO
 1-4 AWG/KCM DESNUDO DE TIERRA
 1-4 AWG/KCM VERDE DE TIERRA AISLADA

PROTECCION DEL ALIMENTADOR:
 3P-125 A,

DESCONEXION EN EL TABLERO:
 SIN INTERRUPTOR PRINCIPAL.

CANALIZACION:
 EN TUBERIA P.G.G. DE 53 mm, 2 pulgada (s)

CAIDA DE TENSION (% e): 0,09 %

EQUIPO : TABLERO "R2" (OFICINAS)

1. DATOS PARA SELECCIONAR EL ALIMENTADOR.

VOLTAJE = 220 /127 VOLTS, 3F-6H, 60Hz.
 POTENCIA = 51.688,47 VA
 + reserva del = 15,00 %
 POTENCIAres. = 7.753,27 VA
 POTENCIAtot. = 59.441,74 VA
 F.D. = 0,40
 POTENCIAAdem. = 23.776,69 VA
 F.P. = 0,90 %
 %e de TENSION = 1,00 %e
 TEM. AMB. = 30,00 GC
 LONGITUD = 3,00 mts.
 1,732 = RAIZ CUADRADA DE (3)

2. CORRIENTE NOMINAL EN EL ALIMENTADOR.

$$I_{NOM.} = \frac{VA}{(V_f)(1.732)}$$

I_{NOM.} = 155,99 AMPERES

I_{DEM.} = 62,40 AMPERES

3. SELECCION DE LA PROTECCION EN EL ALIMENTADOR.

$$I_{PROT.} = (1.25)(I_{DEM.})$$

I_{PROT.} = 78,00 AMPERES

3P-125 A,

4. SELECCION DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR.

CONSIDERACIONES:

AISLAMIENTO= THW-LS 75 °C.

CANALIZACION= EN TUBERIA P.G.G.

°t= 30 °C, DE OPERACION.

f.t.= 1,00

config.=

f.a.= 1,00 SECCION 310-15, INCISO g).

TABLA 310-16.

4.1. SELECCION DEL CONDUCTOR POR AMPACIDAD.

COND. SEL.: = 1/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C.

I_{COND SEL.} = 150 AMPERES

COND.xFASE = 1 POR FASE

I_{TOTAL SEL.} = 150 AMPERES

$$I_c = (f.a.)(f.t.)(I_{ic})(\# cond.)$$

I_{COND.} = 150,00 AMPERES DE AMPACIDAD.

MAYOR A 62,40 AMPERES DE CARGA.

4.2. SELECCION DEL ALIMENTADOR POR CAIDA DE TENSION.

4.2.1. CONSIDERANDO EL AREA DEL CONDUCTOR.

$$A_{COND} = \frac{(2\sqrt{3})(L)(I_{NOM.})(F.D.)}{(V_f)(\%e)}$$

A_{COND.} = 2,95 mm²

POR LO QUE EL CONDUCTOR SELECCIONADO ES:

CALIBRE: = 1/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C.

AREA: = 53,50 mm²

COND.xFASE = 1 POR FASE

AREA: = 53,50 mm² > A 2,95 mm²

4.2.2. CONSIDERANDO LA IMPEDANCIA DEL CONDUCTOR.

$$Z = \frac{(V_f)(\%e)(C_xFASE)}{(\sqrt{3})(100)(I_{NOM.})(L)(F.D.)}$$

Z= 0,006785356 OHMS/METRO

COND. CAL = 1/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C.

Z= 0,0004625 OHMS/METRO

COND.xFASE = 1 POR FASE

Z= 0,0004625 OHMS/METRO

4.3. CONSIDERANDO LA PROTECCION DEL CONDUCTOR.

DETERMINADA EN BASE AL 25% DE LA CORRIENTE DE CARGA, TENIENDO:

62,40 AMPERES DE CARGA

I_{NOM COND.} = 1.25 x I_{CARGA.}

I_{NOM COND.} = 78,00 AMPERES, < A 150,00 AMP. DE AMPACIDAD.

CONCLUSION:

METODO DE SELECCION DEL ALIMENTADOR

AMPACIDAD

COND. SEL.: 1/0 AWG/KCM THW-LS 60 °C.

I_{COND SEL.} 150 AMPERES

COND.xFASE 1 POR FASE

$$I_c = (f.a.)(f.t.)(I_{ic})(\# cond.)$$

I_{TOTAL SEL.} 150,0 AMPERES, > A 78,00 AMPERES DE 4.3.

PARA EL COND. 1/0 AWG/ KCM Z= 0,0004625 OHMS/METRO

5. CAIDA DE TENSION REFERIDA AL CONDUCTOR SELECCIONADO.

$$\%e = \frac{(\sqrt{3})(100)(I_{NOM.})(L)(Z)(F.D.)}{(V_f)(C_xFASE)}$$

%e= 0,07 %

e= 0,15 VOLTS ENTRE FASES

V_{FF}= 219,85 VOLTS/CIRC. DERIVADO

6. SELECCION DEL CONDUCTOR PARA LA PUESTA A TIERRA DEL EQUIPO.

125 AMP. DE PROTECCION, EL CONDUCTOR DE TIERRA SERA CALIBRE

6 AWG DESNUDO, TABLA No. 250-95 DE LA NOM-001-SEDE-2005.

4 AWG YA COMPENSADO.

7. PARA EL CALCULO DE LA CANALIZACION EMPLEADA.

CONDUCTOR PARA ALIMENTAR	CAL. DEL COND. AWG-KCM	AREA DEL CONDUCTOR AISLADO (mm ²)	NUMERO DE CONDUCTORES POR FASE	AREA TOTAL CONDUCTOR (mm ²)
FASE A	1-1/0 NEGRO	143,00	1	143,00
FASE B	1-1/0 ROJO	143,00	1	143,00
FASE C	1-1/0 AZUL	143,00	1	143,00
NEUTRO	1-1/0 BLANCO	143,00	1	143,00
DESNUDO	1-4 DESNUDO 1-4 VERDE	62,80	2	125,60
SUB-TOTAL AREA				554,60
No. DE TUBERIAS				1,00
AREA TOTAL				554,60

AREA_{40%} 554,60 mm², REPRESENTA EL 40% DEL AREA

TOTAL DE LA TUBERIA P.G.G.

AREA_{100%}= 1.386,50 mm², REPRESENTA EL 100% DEL AREA

TOTAL DE LA TUBERIA P.G.G.

EN TUBERIA DE 53 mm P.G.G., AREA DE 2.165,00 mm²

LA CUAL ES MAYOR A LOS 1.386,50 mm² OBTENIDOS

POR CALCULO, TABLA No. 10-4, CAP.10 DE LA NOM-001-SEDE-2005.

8. CONCLUSIONES DEL ANALISIS ANTERIOR.

CONDUCTOR : 3-1/0 AWG/KCM (1xFASE).

1-1/0 AWG/KCM NEUTRO

1-4 AWG/KCM DESNUDO DE TIERRA

1-4 AWG/KCM VERDE DE TIERRA AISLADA

PROTECCION DEL ALIMENTADOR:

3P-125 A,

DESCONEXION EN EL TABLERO:

SIN INTERRUPTOR PRINCIPAL.

CANALIZACION:

EN TUBERIA P.G.G. DE 53 mm, 2 pulgada (s)

CAIDA DE TENSION (% e): 0,07 %

EQUIPO : " UPS " (SITE)																																														
1. DATOS PARA SELECCIONAR EL ALIMENTADOR. VOLTAJE = 220 /127 VOLTS, 3F-6H, 60Hz. POTENCIA = 40.000,00 VA + reserva del 0,00 % POTENCIAres. = 0,00 VA POTENCIAtot. = 40.000,00 VA F.D. = 1,00 POTENCIAdem. = 40.000,00 VA F.P. = 0,90 % %e de TENSION = 2,00 %e TEM. AMB. = 30,00 GC LONGITUD = 10,00 mts. 1,732 = RAIZ CUADRADA DE (3)																																														
2. CORRIENTE NOMINAL EN EL ALIMENTADOR. $I_{NOM} = \frac{VA}{(V \cdot 1,732)}$ $I_{NOM} = 104,97 \text{ AMPERES}$ $I_{DEM} = 104,97 \text{ AMPERES}$																																														
3. SELECCION DE LA PROTECCION EN EL ALIMENTADOR. $I_{PROT} = (1,25)(I_{DEM})$ $I_{PROT} = 131,22 \text{ AMPERES}$ 3P-200 A,																																														
4. SELECCION DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR. CONSIDERACIONES: AISLAMIENTO= THW-LS 75 C. CANALIZACION= EN TUBERIA P.G.G. $\theta = 30 \text{ }^{\circ}\text{C. DE OPERACION.}$ $f.t. = 1,00$ config.= $f.a. = 1,00$ SECCION 310-15, INCISO g). TABLA 310-16.																																														
4.1. SELECCION DEL CONDUCTOR POR AMPACIDAD. COND. SEL.: = 2/0 AWG/KCM THW-LS 75 $^{\circ}\text{C.}$ $I_{COND SEL.} = 175 \text{ AMPERES}$ COND.xFASE = 1 POR FASE $I_{TOTAL SEL.} = 175 \text{ AMPERES}$ $I_C = (f.a.)(f.t.)(I_{ic})(\# cond.)$ $I_{COND.} = 175,00 \text{ AMPERES DE AMPACIDAD.}$ $\text{MAYOR A } 104,97 \text{ AMPERES DE CARGA.}$																																														
4.2. SELECCION DEL ALIMENTADOR POR CAIDA DE TENSION. 4.2.1. CONSIDERANDO EL AREA DEL CONDUCTOR. $A_{COND} = \frac{(2\sqrt{3})(L)(I_{NOM})(F.D.)}{(V)(\%e)}$ $A_{COND} = 8,26 \text{ mm}^2$ POR LO QUE EL CONDUCTOR SELECCIONADO ES: CALIBRE: = 2/0 AWG/KCM THW-LS 75 $^{\circ}\text{C.}$ AREA: = 67,40 mm^2 COND.xFASE = 1 POR FASE AREA: = 67,40 $\text{mm}^2 > A$ 8,26 mm^2																																														
4.2.2. CONSIDERANDO LA IMPEDANCIA DEL CONDUCTOR. $Z = \frac{(V)(\%e)(C \times FASE)}{(\sqrt{3})(100)(I_{NOM})(L)(F.D.)}$ $Z = 0,002420000 \text{ OHMS/METRO}$ COND. CAL = 2/0 AWG/KCM THW-LS75 $^{\circ}\text{C.}$ $Z = 0,0003725 \text{ OHMS/METRO}$ COND.xFASE = 1 POR FASE $Z = 0,0003725 \text{ OHMS/METRO}$																																														
4.3. CONSIDERANDO LA PROTECCION DEL CONDUCTOR. DETERMINADA EN BASE AL 25% DE LA CORRIENTE DE CARGA, TENIENDO: $104,97 \text{ AMPERES DE CARGA: } I_{NOM COND.} = 1,25 \times I_{CARGA.}$ $I_{NOM COND.} = 131,22 \text{ AMPERES, } < A \text{ 175,00 AMP. DE AMPACIDAD.}$																																														
CONCLUSION: METODO DE SELECCION DEL ALIMENTADOR AMPACIDAD. COND. SEL.: 2/0 AWG/KCM THW-LS 75 $^{\circ}\text{C.}$ $I_{COND SEL.} = 175 \text{ AMPERES}$ COND.xFASE = 1 POR FASE $I_C = (f.a.)(f.t.)(I_{ic})(\# cond.)$ $I_{TOTAL SEL.} = 175,0 \text{ AMPERES, } > A \text{ 131,22 AMPERES DE 4.3.}$ PARA EL COND. 2/0 AWG/ KCM $Z = 0,0003725 \text{ OHMS/METRO}$																																														
5. CAIDA DE TENSION REFERIDA AL CONDUCTOR SELECCIONADO. $\%e = \frac{(\sqrt{3})(100)(I_{NOM})(L)(Z)(F.D.)}{(V)(C \times FASE)}$ $\%e = 0,31 \%$ $e = 0,68 \text{ VOLTS ENTRE FASES}$ $V_{FF} = 219,32 \text{ VOLTS/CIRC. DERIVADO}$																																														
6. SELECCION DEL CONDUCTOR PARA LA PUESTA A TIERRA DEL EQUIPO. <table border="1"> <tr> <td>175 AMP.</td> <td>DE PROTECCION, EL CONDUCTOR DE TIERRA SERA CALIBRE</td> </tr> <tr> <td>6 AWG</td> <td>DESNUDO, TABLA No. 250-95 DE LA NOM-001-SEDE-2005.</td> </tr> <tr> <td>2 AWG</td> <td>YA COMPENSADO.</td> </tr> </table>		175 AMP.	DE PROTECCION, EL CONDUCTOR DE TIERRA SERA CALIBRE	6 AWG	DESNUDO, TABLA No. 250-95 DE LA NOM-001-SEDE-2005.	2 AWG	YA COMPENSADO.																																							
175 AMP.	DE PROTECCION, EL CONDUCTOR DE TIERRA SERA CALIBRE																																													
6 AWG	DESNUDO, TABLA No. 250-95 DE LA NOM-001-SEDE-2005.																																													
2 AWG	YA COMPENSADO.																																													
7. PARA EL CALCULO DE LA CANALIZACION EMPLEADA. <table border="1"> <thead> <tr> <th>CONDUCTOR PARA ALIMENTAR</th> <th>CAL. DEL COND.</th> <th>AREA DEL CONDUCTOR AISLADO (mm^2)</th> <th>NUMERO DE CONDUCTORES POR FASE</th> <th>AREA TOTAL CONDUCTOR (mm^2)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>FASE A</td> <td>1-2/0 NEGRO</td> <td>169,00</td> <td>1</td> <td>169,00</td> </tr> <tr> <td>FASE B</td> <td>1-2/0 ROJO</td> <td>169,00</td> <td>1</td> <td>169,00</td> </tr> <tr> <td>FASE C</td> <td>1-2/0 AZUL</td> <td>169,00</td> <td>1</td> <td>169,00</td> </tr> <tr> <td>NEUTRO</td> <td>1-2/0 BLANCO</td> <td>169,00</td> <td>1</td> <td>169,00</td> </tr> <tr> <td>DESNUDO</td> <td>1-2 DESNUDO 1-2 VERDE</td> <td>86,00</td> <td>2</td> <td>172,00</td> </tr> <tr> <td colspan="4">SUB-TOTAL AREA</td> <td>848,00</td> </tr> <tr> <td colspan="4">No. DE TUBERIAS</td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td colspan="4">AREA TOTAL</td> <td>848,00</td> </tr> </tbody> </table> $\text{AREA}_{40\%} = 848,00 \text{ mm}^2, \text{ REPRESENTA EL 40\% DEL AREA TOTAL DE LA TUBERIA P.G.G.}$ $\text{AREA}_{100\%} = 2.120,00 \text{ mm}^2, \text{ REPRESENTA EL 100\% DEL AREA TOTAL DE LA TUBERIA P.G.G.}$ EN TUBERIA DE 53 mm P.G.G., AREA DE 2.165,00 mm^2 LA CUAL ES MAYOR A LOS 2.120,00 mm^2 OBTENIDOS POR CALCULO, TABLA No. 10-4, CAP. 10 DE LA NOM-001-SEDE-2005.		CONDUCTOR PARA ALIMENTAR	CAL. DEL COND.	AREA DEL CONDUCTOR AISLADO (mm^2)	NUMERO DE CONDUCTORES POR FASE	AREA TOTAL CONDUCTOR (mm^2)	FASE A	1-2/0 NEGRO	169,00	1	169,00	FASE B	1-2/0 ROJO	169,00	1	169,00	FASE C	1-2/0 AZUL	169,00	1	169,00	NEUTRO	1-2/0 BLANCO	169,00	1	169,00	DESNUDO	1-2 DESNUDO 1-2 VERDE	86,00	2	172,00	SUB-TOTAL AREA				848,00	No. DE TUBERIAS				1,00	AREA TOTAL				848,00
CONDUCTOR PARA ALIMENTAR	CAL. DEL COND.	AREA DEL CONDUCTOR AISLADO (mm^2)	NUMERO DE CONDUCTORES POR FASE	AREA TOTAL CONDUCTOR (mm^2)																																										
FASE A	1-2/0 NEGRO	169,00	1	169,00																																										
FASE B	1-2/0 ROJO	169,00	1	169,00																																										
FASE C	1-2/0 AZUL	169,00	1	169,00																																										
NEUTRO	1-2/0 BLANCO	169,00	1	169,00																																										
DESNUDO	1-2 DESNUDO 1-2 VERDE	86,00	2	172,00																																										
SUB-TOTAL AREA				848,00																																										
No. DE TUBERIAS				1,00																																										
AREA TOTAL				848,00																																										
8. CONCLUSIONES DEL ANALISIS ANTERIOR. CONDUCTOR : 3-2/0 AWG/KCM (1xFASE). 1-2/0 AWG/KCM NEUTRO 1-2 AWG/KCM DESNUDO DE TIERRA 1-2 AWG/KCM VERDE DE TIERRA AISLADA PROTECCION DEL ALIMENTADOR: 3P-200 A, DESCONEXION EN EL TABLERO: SIN INTERRUPTOR PRINCIPAL. CANALIZACION: EN TUBERIA P.G.G. DE 53 mm, 2 pulgada (s) CAIDA DE TENSION (% e): 0,31 %																																														

EQUIPO : TABLERO "SGE" (UPS SITE)

1. DATOS PARA SELECCIONAR EL ALIMENTADOR.

VOLTAJE = 220 /127 VOLTS, 3F-6H, 60Hz.
 POTENCIA = 58.000,01 VA
 + reserva del = 0,00 %
 POTENCIAres. = 0,00 VA
 POTENCIAtot. = 58.000,01 VA
 F.D. = 1,00
 POTENCIAdem. = 58.000,01 VA
 F.P. = 0,90 %
 %e de TENSION = 2,00 %e
 TEM. AMB. = 30,00 GC
 LONGITUD = 60,00 mts.
 1,732 = RAIZ CUADRADA DE (3)

2. CORRIENTE NOMINAL EN EL ALIMENTADOR.

$$I_{NOM} = \frac{VA}{(V_f)(1.732)}$$

$I_{NOM} = 152,21$ AMPERES
 $I_{DEM} = 152,21$ AMPERES

3. SELECCION DE LA PROTECCION EN EL ALIMENTADOR.

$$I_{PROT} = (1.25)(I_{DEM})$$

$I_{PROT} = 190,26$ AMPERES
 3P-225 A,

4. SELECCION DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR.

CONSIDERACIONES:
 AISLAMIENTO= THW-LS 75 °C.
 CANALIZACION= EN TUBERIA P.G.G.
 °t= 30 °C, DE OPERACION.
 f.t.= 1,00
 config.=
 f.a.= 1,00 SECCION 310-15, INCISO g).

TABLA 310-16.

4.1. SELECCION DEL CONDUCTOR POR AMPACIDAD.

COND. SEL.: = 4/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C.
 $I_{COND SEL} = 230$ AMPERES
 COND.xFASE = 1 POR FASE
 $I_{TOTAL SEL} = 230$ AMPERES

$$I_c = (f.a.) (f.t.) (I_{ic}) (\# cond.)$$

$I_{COND.} = 230,00$ AMPERES DE AMPACIDAD.
 MAYOR A $152,21$ AMPERES DE CARGA.

4.2. SELECCION DEL ALIMENTADOR POR CAIDA DE TENSION.

4.2.1. CONSIDERANDO EL AREA DEL CONDUCTOR.

$$A_{COND} = \frac{(2\sqrt{3})(L)(I_{NOM})(F.D.)}{(V_f)(\%e)}$$

$A_{COND.} = 71,90$ mm²

POR LO QUE EL CONDUCTOR SELECCIONADO ES:

CALIBRE: = 4/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C.
 AREA: = 107,00 mm²
 COND.xFASE = 1 POR FASE
 AREA: = 107,00 mm² > A 71,90 mm²

4.2.2. CONSIDERANDO LA IMPEDANCIA DEL CONDUCTOR.

$Z = \frac{(V_f)(\%e)(C_x FASE)}{(\sqrt{3})(100)(I_{NOM})(L)(F.D.)}$
 Z= 0,000278161 OHMS/METRO
 COND. CAL. = 4/0 AWG/KCM THW-LS75 °C.
 Z= 0,0002708 OHMS/METRO
 COND.xFASE = 1 POR FASE
 Z= 0,0002708 OHMS/METRO

4.3. CONSIDERANDO LA PROTECCION DEL CONDUCTOR.

DETERMINADA EN BASE AL 25% DE LA CORRIENTE DE CARGA, TENIENDO:

$152,21$ AMPERES DE CARGA: $I_{NOM COND} = 1.25 \times I_{CARGA}$
 $I_{NOM COND} = 190,26$ AMPERES, < A 230,00 AMP. DE AMPACIDAD.

CONCLUSION: METODO DE SELECCION DEL ALIMENTADOR **AMPACIDAD.**
 COND. SEL.: 4/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C.
 $I_{COND SEL} = 230$ AMPERES
 COND.xFASE = 1 POR FASE

$$I_c = (f.a.) (f.t.) (I_{ic}) (\# cond.)$$

$I_{TOTAL SEL} = 230,0$ AMPERES, > A $190,26$ AMPERES DE 4.3.

PARA EL COND. 4/0 AWG/ KCM Z= 0,0002708 OHMS/METRO

5. CAIDA DE TENSION REFERIDA AL CONDUCTOR SELECCIONADO.

$\%e = \frac{(\sqrt{3})(100)(I_{NOM})(L)(Z)(F.D.)}{(V_f)(C_x FASE)}$
 $\%e = 1,95$ %
 e= 4,28 VOLTS ENTRE FASES
 $V_{FF} = 215,72$ VOLTS/CIRC. DERIVADO

6. SELECCION DEL CONDUCTOR PARA LA PUESTA A TIERRA DEL EQUIPO.

225 AMP. DE PROTECCION, EL CONDUCTOR DE TIERRA SERA CALIBRE
4 AWG DESNUDO, TABLA No. 250-95 DE LA NOM-001-SEDE-2005.
2 AWG YA COMPENSADO.

7. PARA EL CALCULO DE LA CANALIZACION EMPLEADA.

CONDUCTOR PARA ALIMENTAR	CAL. DEL COND. AWG-KCM	AREA DEL CONDUCTOR AISLADO (mm ²)	NUMERO DE CONDUCTORES POR FASE	AREA TOTAL CONDUCTOR (mm ²)
FASE A	1-4/0 NEGRO	240	1	240,00
FASE B	1-4/0 ROJO	240	1	240,00
FASE C	1-4/0 AZUL	240	1	240,00
NEUTRO	1-4/0 BLANCO	240	1	240,00
DESNUDO	1-2 VERDE 1-2 DESNUDO	86	2	172,00

SUB-TOTAL AREA **1.132,00**

No. DE TUBERIAS **1,00**

AREA TOTAL **1.132,00**

AREA_{40%} = 1132,00 mm², REPRESENTA EL 40% DEL AREA TOTAL DE LA TUBERIA P.G.G.

AREA_{100%} = 2.830,00 mm², REPRESENTA EL 100% DEL AREA TOTAL DE LA TUBERIA P.G.G.

EN TUBERIA DE **63 mm** P.G.G., AREA DE 3.089,00 mm²
 LA CUAL ES MAYOR A LOS 2.830,00 mm² OBTENIDOS
 POR CALCULO, TABLA No.10-4, CAP.10 DE LA NOM-001-SEDE-2005.

8. CONCLUSIONES DEL ANALISIS ANTERIOR.

CONDUCTOR : 3-4/0 AWG/KCM (1xFASE).
 1-4/0 AWG/KCM NEUTRO
 1-2 AWG/KCM DESNUDO DE TIERRA
 1-2 AWG/KCM VERDE DE TIERRA AISLADA

PROTECCION DEL ALIMENTADOR:

3P-225 A,

DESCONEXION EN EL TABLERO:

3P-225 A,

CANALIZACION:

EN TUBERIA P.G.G. DE 63 mm, 2 1/2 pulgada (s)

CAIDA DE TENSION (% e): 1,95 %

EQUIPO : TABLERO " TGER " (SITE)

1. DATOS PARA SELECCIONAR EL ALIMENTADOR.

VOLTAJE = 220 /127 VOLTS, 3F-6H, 60Hz.
 POTENCIA = 40.000,00 VA SE TOMO EL VALOR DEL
 + reserva del 0,00 % UPS DE 40 KVA POR QUE
 POTENCIAres. = 0,00 VA NO HAY UPS
 POTENCIAtot. = 40.000,00 VA DE 33.63256 KVA
 F.D. = 1,000
 POTENCIAdem. = 40.000,00 VA
 F.P. = 0,90 %
 %e de TENSION = 2,00 %e
 TEM. AMB. = 30,00 GC
 LONGITUD = 10,00 mts.
 1,732 = RAIZ CUADRADA DE (3)

2. CORRIENTE NOMINAL EN EL ALIMENTADOR.

$$I_{NOM.} = \frac{VA}{(VF)(1.732)}$$

$I_{NOM.} = 104,97$ AMPERES

$I_{DEM.} = 104,97$ AMPERES

3. SELECCION DE LA PROTECCION EN EL ALIMENTADOR.

$$I_{PROT} = (1.25)(I_{DEM})$$

$I_{PROT.} = 131,22$ AMPERES

SIN INTERRUPTOR EN UPS

4. SELECCION DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR.

CONSIDERACIONES:
 AISLAMIENTO= THW-LS 75 C.
 CANALIZACION= EN TUBERIA P.G.G.
 $t = 30$ °C. DE OPERACION.
 f.t.= 1,00
 config.=
 f.a.= 1,00 SECCION 310-15, INCISO g).
 TABLA 310-16.

4.1. SELECCION DEL CONDUCTOR POR AMPACIDAD.

COND. SEL.: = 2/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C.

$I_{COND SEL.} = 175$ AMPERES

COND. xFASE = 1 POR FASE

$I_{TOTAL SEL.} = 175$ AMPERES

$$I_C = (f.a.) (f.t.) (I_{IC}) (\# cond.)$$

$I_{COND.} = 175,00$ AMPERES DE AMPACIDAD.

MAYOR A $104,97$ AMPERES DE CARGA.

4.2. SELECCION DEL ALIMENTADOR POR CAIDA DE TENSION.

4.2.1. CONSIDERANDO EL AREA DEL CONDUCTOR.

$$A_{COND} = \frac{(2\sqrt{3})L(I_{NOM.})(F.D.)}{(VF)^2(\%e)}$$

$A_{COND} = 8,26$ mm²

POR LO QUE EL CONDUCTOR SELECCIONADO ES:

CALIBRE: = 2/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C.

AREA: = 67,40 mm²

COND. xFASE = 1 POR FASE

AREA: = 67,40 mm² > A 8,26 mm²

4.2.2. CONSIDERANDO LA IMPEDANCIA DEL CONDUCTOR.

$$Z = \frac{(VF)^2(\%e)(CxFASE)}{(\sqrt{3})(100)(I_{NOM.})(L)(F.D.)}$$

Z= 0,002420000 OHMS/METRO
 COND. CAL.= 2/0 AWG/KCM THW-LS75 °C.
 Z= 0,0003725 OHMS/METRO
 COND. xFASE = 1 POR FASE
 Z= 0,0003725 OHMS/METRO

4.3. CONSIDERANDO LA PROTECCION DEL CONDUCTOR.

DETERMINADA EN BASE AL 25% DE LA CORRIENTE DE CARGA, TENIENDO:

$I_{NOM COND.} = 131,22$ AMPERES DE CARGA $I_{NOM COND.} = 1.25 \times I_{CARGA}$

$I_{NOM COND.} = 175,00$ AMPERES, < A 175,00 AMP. DE AMPACIDAD.

CONCLUSION: METODO DE SELECCION DEL ALIMENTADOR **AMPACIDAD.**

COND. SEL.: 2/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C.

$I_{COND SEL.} = 175$ AMPERES

COND. xFASE = 1 POR FASE

$$I_C = (f.a.) (f.t.) (I_{IC}) (\# cond.)$$

$I_{TOTAL SEL.} = 175,0$ AMPERES, > A $131,22$ AMPERES DE 4.3.

PARA EL COND. 2/0 AWG/ KCM Z= 0,0003725 OHMS/METRO

5. CAIDA DE TENSION REFERIDA AL CONDUCTOR SELECCIONADO.

$$\%e = \frac{(\sqrt{3})(100)(I_{NOM.})(L)(Z)(F.D.)}{(VF)(CxFASE)}$$

%e= 0,31 %
 e= 0,68 VOLTS ENTRE FASES
 $V_{EF} = 219,32$ VOLTS/CIRC. DERIVADO

6. SELECCION DEL CONDUCTOR PARA LA PUESTA A TIERRA DEL EQUIPO.

175 AMP. DE PROTECCION, EL CONDUCTOR DE TIERRA SERA CALIBRE
6 AWG DESNUDO, TABLA No. 250-95 DE LA NOM-001-SEDE-2005.
2 AWG YA COMPENSADO.

7. PARA EL CALCULO DE LA CANALIZACION EMPLEADA.

CONDUCTOR PARA ALIMENTAR	CAL. DEL COND. AWG-KCM	AREA DEL CONDUCTOR AISLADO (mm ²)	NUMERO DE CONDUCTORES POR FASE	AREA TOTAL CONDUCTOR (mm ²)
FASE A	1-2/0 NEGRO	169,00	1	169,00
FASE B	1-2/0 ROJO	169,00	1	169,00
FASE C	1-2/0 AZUL	169,00	1	169,00
NEUTRO	1-2/0 BLANCO	169,00	1	169,00
DESNUDO	1-2 DESNUDO 1-2 VERDE	86,00	2	172,00
SUB-TOTAL AREA				848,00
No. DE TUBERIAS				1,00
AREA TOTAL				848,00

AREA_{40%} = 848,00 mm², REPRESENTA EL 40% DEL AREA

TOTAL DE LA TUBERIA P.G.G.

AREA_{100%} = 2.120,00 mm², REPRESENTA EL 100% DEL AREA

TOTAL DE LA TUBERIA P.G.G.

EN TUBERIA DE **53 mm** P.G.G., AREA DE 2.165,00 mm²
 LA CUAL ES MAYOR A LOS 2.120,00 mm² OBTENIDOS
 POR CALCULO, TABLA No. 10-4, CAP. 10 DE LA NOM-001-SEDE-2005.

8. CONCLUSIONES DEL ANALISIS ANTERIOR.

CONDUCTOR : 3-2/0 AWG/KCM (1xFASE).
 1-2/0 AWG/KCM NEUTRO
 1-2 AWG/KCM DESNUDO DE TIERRA
 1-2 AWG/KCM VERDE DE TIERRA AISLADA

PROTECCION DEL ALIMENTADOR:

SIN INTERRUPTOR EN UPS

DESCONEXION EN EL TABLERO:

3P-175 A,

CANALIZACION:

EN TUBERIA P.G.G. DE 53 mm, 2 pulgada (s)

CAIDA DE TENSION (% e): 0,31 %

EQUIPO : TABLERO "TGE" (S. ELEC.)

1. DATOS PARA SELECCIONAR EL ALIMENTADOR.

VOLTAJE = 220 /127 VOLTS, 3F-4H, 60Hz.
 POTENCIA = 100.266,14 VA
 + reserva del = 0,00 %
 POTENCIAres. = 0,00 VA
 POTENCIAtot. = 100.266,14 VA
 F.D. = 1,00
 POTENCIAdem. = 100.266,14 VA
 F.P. = 0,90 %
 %e de TENSION = 0,50 %e
 TEM. AMB. = 30,00 GC
 LONGITUD = 7,00 mts.
 1,732 = RAIZ CUADRADA DE (3)

2. CORRIENTE NOMINAL EN EL ALIMENTADOR.

$$I_{NOM} = \frac{VA}{(F.P.)(1,732)}$$

$I_{NOM} = 263,13$ AMPERES
 $I_{DEM} = 263,13$ AMPERES

3. SELECCION DE LA PROTECCION EN EL ALIMENTADOR.

$$I_{PROT} = (1,25)(I_{DEM})$$

$I_{PROT} = 328,91$ AMPERES
 3P-300 A,

4. SELECCION DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR.

CONSIDERACIONES:
 AISLAMIENTO= THW-LS 75 °C.
 CANALIZACION= CHAROLA DE ALUMINIO.
 °t= 30 °C, DE OPERACION.
 f.t.= 1,00
 config.=
 f.a.= 1,00 SECCION 318-11
 TABLA A-310-2

4.1. SELECCION DEL CONDUCTOR POR AMPACIDAD.

COND. SEL. = 3/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C.
 $I_{COND SEL} = 245$ AMPERES
 COND.xFASE = 2 POR FASE
 $I_{TOTAL SEL} = 490$ AMPERES

$$I_C = (f.a.)(f.t.)(I_{ic})(\# cond.)$$

$I_{COND} = 490,00$ AMPERES DE AMPACIDAD.
 MAYOR A $263,13$ AMPERES DE CARGA.

4.2. SELECCION DEL ALIMENTADOR POR CAIDA DE TENSION.

4.2.1. CONSIDERANDO EL AREA DEL CONDUCTOR.

$$A_{COND} = \frac{(2\sqrt{3})(L)(I_{NOM})(F.D.)}{(V_f)(\%e)}$$

$A_{COND} = 58,01$ mm²
 POR LO QUE EL CONDUCTOR SELECCIONADO ES:
 CALIBRE: = 4/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C.
 AREA: = 107,00 mm²
 COND.xFASE = 1 POR FASE
 AREA: = 107,00 mm² > A 58,01 mm²

4.2.2. CONSIDERANDO LA IMPEDANCIA DEL CONDUCTOR.

$$Z = \frac{(V_f)(\%e)(C_xFASE)}{(\sqrt{3})(100)(I_{NOM})(L)(F.D.)}$$

Z= 0,000689593 OHMS/METRO
 COND. CAL = 3/0 AWG/KCM THW-LS75 °C.
 Z= 0,0003165 OHMS/METRO
 COND.xFASE = 2 POR FASE
 Z= 0,0001583 OHMS/METRO

4.3. CONSIDERANDO LA PROTECCION DEL CONDUCTOR.

DETERMINADA EN BASE AL 25% DE LA CORRIENTE DE CARGA, TENIENDO:
 $263,13$ AMPERES DE CARGA: $I_{NOM COND} = 1,25 \times I_{CARGA}$
 $I_{NOM COND} = 328,91$ AMPERES, < A 490,00 AMP. DE AMPACIDAD.

CONCLUSION: METODO DE SELECCION DEL ALIMENTADOR **AMPACIDAD.**
 COND. SEL.: 3/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C.
 $I_{COND SEL} = 245$ AMPERES
 COND.xFASE = 2 POR FASE

$$I_C = (f.a.)(f.t.)(I_{ic})(\# cond.)$$

$I_{TOTAL SEL} = 490,0$ AMPERES, > A $328,91$ AMPERES DE 4.3.

PARA EL COND. 3/0 AWG/ KCM Z= 0,0003165 OHMS/METRO

5. CAIDA DE TENSION REFERIDA AL CONDUCTOR SELECCIONADO.

$\%e = \frac{(\sqrt{3})(100)(I_{NOM})(L)(Z)(F.D.)}{(V_f)(C_xFASE)}$ %e= 0,23 %
 e= 0,50 VOLTS ENTRE FASES
 $V_{FF} = 219,50$ VOLTS/CIRC. DERIVADO

6. SELECCION DEL CONDUCTOR PARA LA PUESTA A TIERRA DEL EQUIPO.

300 AMP. DE PROTECCION, EL CONDUCTOR DE TIERRA SERA CALIBRE
 4 AWG DESNUDO, TABLA No. 250-95 DE LA NOM-001-SEDE-2005.
 2 AWG YA COMPENSADO.

7. PARA EL CALCULO DE LA CANALIZACION EMPLEADA.

CONDUCTOR PARA ALIMENTAR	CAL. DEL COND. AWG-KCM	DIAMETRO DEL CONDUCTOR AISLADO (mm)	NUMERO DE CONDUCTORES POR FASE	DIAMETRO TOTAL CONDUCTOR (mm)
FASE A	2-3/0 NEGRO	16,00	2	32,00
FASE B	2-3/0 ROJO	16,00	2	32,00
FASE C	2-3/0 AZUL	16,00	2	32,00
NEUTRO	2-3/0 BLANCO	16,00	2	32,00
DESNUDO	2-2 DESNUDO	16,00	2	32,00
UNA CAPA				160,00
TREBOL				132,80

ESP. CAB. = 16 cm, REPRESENTA EL ESPACIO TOTAL OCUPADO POR LOS CABLES EN LA CHAROLA

AN_{100%} = 13,28 cm, REPRESENTA EL 100% DE LA CHAROLA

INCLUYENDO EL ESPACIAMIENTO ENTRE CABLES.
 CHAROLA DE 30,48 cm LA CUAL ES MAYOR A LOS 13,28 cm
 OBTENIDOS POR CALCULO. LOS ESPACIOS ENTRE TRAVESAÑOS SERAN DE 23cm.

8. CONCLUSIONES DEL ANALISIS ANTERIOR.

CONDUCTOR :
 6-3/0 AWG/KCM (2xFASE).
 2-3/0 AWG/KCM NEUTRO
 2-2 AWG/KCM DESNUDO DE TIERRA

PROTECCION DEL ALIMENTADOR:
 3P-300 A,

DESCONEXION EN EL TABLERO:
 3P-400AMPERES.

CANALIZACION:
 EN CHAROLA DE ALUMINIO DE 30,48 cm, ESPACIO ENTRE TRAVESAÑOS DE 15,24 cm.

CAIDA DE TENSION (% e): 0,23 %

EQUIPO : TABLERO "TGN" (S. ELEC.) LUGAR : BLVD. ADOLFO LOPÉZ MATEOS No. 1941 FECHA : 08 DE JUNIO DE 2010

1. DATOS PARA SELECCIONAR EL ALIMENTADOR.

VOLTAJE = 220 /127 VOLTS, 3F-4H, 60Hz.
 POTENCIA = 225.000,00 VA
 + reserva del = 0,00 %
 POTENCIAres. = 0,00 VA
 POTENCIAtot. = 225.000,00 VA
 F.D. = 1,00
 POTENCIAdem. = 225.000,00 VA
 F.P. = 0,90 %
 %e de TENSION = 0,50 %e
 TEM. AMB. = 30,00 GC
 LONGITUD = 5,00 mts.
 1,732 = RAIZ CUADRADA DE (3)

2. CORRIENTE NOMINAL EN EL ALIMENTADOR.

$$I_{NOM.} = \frac{VA}{(V_f)(1.732)}$$

$I_{NOM.} = 590,47$ AMPERES
 $I_{DEM.} = 590,47$ AMPERES

3. SELECCION DE LA PROTECCION EN EL ALIMENTADOR.

$$I_{PROT} = (1.25)(I_{DEM})$$

$I_{PROT.} = 738,09$ AMPERES
 3P-600 A,

4. SELECCION DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR.

CONSIDERACIONES:
 AISLAMIENTO= THW-LS 75 °C.
 CANALIZACION= CHAROLA DE ALUMINIO.
 °t= 30 °C. DE OPERACION.
 f.t.= 1,00
 config.=
 f.a.= 1,00 SECCION 318-11
 TABLA A-310-2

4.1. SELECCION DEL CONDUCTOR POR AMPACIDAD.

COND. SEL.: = 350 AWG/KCM THW-LS 75 °C.
 $I_{COND SEL.} = 397$ AMPERES
 COND.xFASE = 2 POR FASE
 $I_{TOTAL SEL.} = 794$ AMPERES

$$I_c = (f.a.)(f.t.)(I_{ic})(\# cond.)$$

$I_{COND.} = 794,00$ AMPERES DE AMPACIDAD.
 MAYOR A $590,47$ AMPERES DE CARGA.

4.2. SELECCION DEL ALIMENTADOR POR CAIDA DE TENSION.

4.2.1. CONSIDERANDO EL AREA DEL CONDUCTOR.

$$A_{COND} = \frac{(2\sqrt{3})L(I_{COND.})(F.D.)}{(V_f)(\%e)}$$

$A_{COND.} = 92,98$ mm²
 POR LO QUE EL CONDUCTOR SELECCIONADO ES:
 CALIBRE = 4/0 AWG/KCM THW-LS 75 °C.
 AREA = 107,00 mm²
 COND.xFASE = 1 POR FASE
 AREA = 107,00 mm² > A 92,98 mm²

NOTAS:

4.2.2. CONSIDERANDO LA IMPEDANCIA DEL CONDUCTOR.

$$Z = \frac{(V_f)(\%e)(C_xFASE)}{(\sqrt{3})(100)(I_{COND.})(L)(F.D.)}$$

Z= 0,000215111 OHMS/METRO
 COND. CAL= 350 AWG/KCM THW-LS75 °C.
 Z= 0,0001985 OHMS/METRO
 COND.xFASE = 1 POR FASE
 Z= 0,0001985 OHMS/METRO

4.3. CONSIDERANDO LA PROTECCION DEL CONDUCTOR.

DETERMINADA EN BASE AL 25% DE LA CORRIENTE DE CARGA, TENIENDO:

$590,47$ AMPERES DE CARGA: $I_{NOM COND.} = 1.25 \times I_{CARGA}$
 $I_{NOM COND.} = 738,09$ AMPERES, < A 794,00 AMP. DE AMPACIDAD.

CONCLUSION: METODO DE SELECCION DEL ALIMENTADOR **AMPACIDAD.**

COND. SEL.: 350 AWG/KCM THW-LS 75 °C.
 $I_{COND SEL.} = 397$ AMPERES
 COND.xFASE = 2 POR FASE

$$I_c = (f.a.)(f.t.)(I_{ic})(\# cond.)$$

$I_{TOTAL SEL.} = 794,0$ AMPERES, > A $738,09$ AMPERES DE 4.3.

PARA EL COND. 350 AWG/ KCM Z= 0,0001985 OHMS/METRO

5. CAIDA DE TENSION REFERIDA AL CONDUCTOR SELECCIONADO.

$$\%e = \frac{(\sqrt{3})(100)(I_{COND.})(L)(Z)(F.D.)}{(V_f)(C_xFASE)}$$

%e= 0,23 %
 e= 0,51 VOLTS ENTRE FASES
 $V_{FF} = 219,49$ VOLTS/CIRC. DERIVADO

6. SELECCION DEL CONDUCTOR PARA LA PUESTA A TIERRA DEL EQUIPO.

600 AMP. DE PROTECCION, EL CONDUCTOR DE TIERRA SERA CALIBRE
1 AWG DESNUDO, TABLA No. 250-95 DE LA NOM-001-SEDE-2005.
1/0 AWG YA COMPENSADO.

7. PARA EL CALCULO DE LA CANALIZACION EMPLEADA.

CONDUCTOR PARA ALIMENTAR	CAL. DEL COND. AWG-KCM	DIAMETRO DEL CONDUCTOR AISLADO (mm)	NUMERO DE CONDUCTORES POR FASE	DIAMETRO TOTAL CONDUCTOR (mm)
FASE A	2-350 NEGRO	22,10	2	44,20
FASE B	2-350 ROJO	22,10	2	44,20
FASE C	2-350 AZUL	22,10	2	44,20
NEUTRO	2-350 BLANCO	22,10	2	44,20
DESNUDO	1-1/0 DESNUDO	13,50	2	27,00
UNA CAPA				203,80
TREBOL				322,66

ESP. CAB.= 20,38 cm. REPRESENTA EL ESPACIO TOTAL OCUPADO POR LOS CABLES EN LA CHAROLA
 AN_{100%}= 32,27 cm. REPRESENTA EL 100% DE LA CHAROLA INCLUYENDO EL ESPACIAMIENTO ENTRE CABLES.
 CHAROLA DE **30,48 cm** LA CUAL ES MAYOR A LOS **32,27** cm OBTENIDOS POR CALCULO. LOS ESPACIOS ENTRE TRAVESAÑOS SERAN DE 23cm.

8. CONCLUSIONES DEL ANALISIS ANTERIOR.

CONDUCTOR :
 6-350 AWG/KCM (2xFASE)
 2-350 AWG/KCM NEUTRO
 2-1/0 AWG/KCM DESNUDO DE TIERRA

PROTECCION DEL ALIMENTADOR:

3P-600 A,

DESCONEXION EN EL TABLERO:

3P-600 A, MAL36600, 42 KA DE C.I. MARCA SQUARE'D

CANALIZACION:

EN CHAROLA DE ALUMINIO DE 30,48 cm. ESPACIO ENTRE TRAVESAÑOS DE 15,24 cm.

CAIDA DE TENSION (% e): **0,23** %

3.4.15 Ductos, charola y cuadro de motores

La determinación de los ductos que alojan los circuitos derivados se presenta a continuación, sea a tomado uno de cada tablero para mostrar que las áreas no rebasen el área que indica la norma para el ducto, sin embargo siempre deberá verificarse todos los ductos que se utilicen.

SELECCIÓN DE DC-1 DE 63.5X63.5 mm TAB "AA"					SELECCIÓN DE DC-1 DE 63.5X63.5 mm TAB "AB"							
PLANO	NUMERO DE CEDULA	CARACTERISTICAS DEL CABLE			AREA TOTAL mm ²	PLANO	NUMERO DE CEDULA	CARACTERISTICAS DEL CABLE			AREA TOTAL mm ²	
		CALIBRE AWG	NUMERO CABLES	AREA mm ²				CALIBRE AWG	NUMERO CABLES	AREA mm ²		
IE-13	7	10	18	15.7	282.60	IE-21	4	10	12	15.7	188.40	
		6(des)	1	13.30	13.30			6(des)	1	13.30	13.30	
				295.90						201.70		
DCM	63.5	X	63.5	mm	DCM	63.5	X	63.5	mm			
AREA	4.032.25		mm ²		AREA	4.032.25		mm ²				
AL 20%	806.45		mm ²	MAYOR	295.90	AL 20%	806.45		mm ²	MAYOR	201.70	

SELECCION DE DC-1 DE 63.5X63.5 mm TAB "C1"					SELECCION DE DC-1 DE 63.5X63.5 mm TAB "C2"							
PLANO	NUMERO DE CEDULA	CARACTERISTICAS DEL CABLE			AREA TOTAL mm ²	PLANO	NUMERO DE CEDULA	CARACTERISTICAS DEL CABLE			AREA TOTAL mm ²	
		CALIBRE AWG	NUMERO CABLES	AREA mm ²				CALIBRE AWG	NUMERO CABLES	AREA mm ²		
IE-14	6	10	42	15.7	659.40	IE-22	4	10	18	15.7	282.60	
		6(des)	1	13.3	13.30			6(des)	1	13.3	13.30	
				672.70						295.90		
DCM	63.5	X	63.5	mm	DCM	63.5	X	63.5	mm			
AREA	4.032.25		mm ²		AREA	4.032.25		mm ²				
AL 20%	806.45		mm ²	MAYOR	672.70	AL 20%	806.45		mm ²	MAYOR	295.90	

SELECCION DE DC-1 DE 63.5X63.5 mm TAB "C3"					SELECCION DE DC-2 DE 63.5X63.5 mm TAB "R2"						
PLANO	NUMERO DE CEDULA	CARACTERISTICAS DEL CABLE			AREA TOTAL mm ²	PLANO	NUMERO DE CEDULA	CARACTERISTICAS DEL CABLE			AREA TOTAL mm ²
		CALIBRE AWG	NUMERO CABLES	AREA mm ²				CALIBRE AWG	NUMERO CABLES	AREA mm ²	
IE-22	4	10	14	15.7	219.80	IE-31	4	10	12	15.7	188.40
		6(des)	1	13.3	13.30			10(verde)	1	15.7	15.70
								10(des)	1	5.26	5.26
				233.10							
DCM	63.5	X	63.5	mm	IE-35	6	10	18	15.7	282.60	
AREA	4.032.25		mm ²		10(verde)		1	15.7	15.70		
AL 20%	806.45		mm ²	MAYOR	233.10		10(des)	1	5.26	5.26	
										512.92	
DCM	63.5	X	63.5	mm	DCM	63.5	X	63.5	mm		
AREA	4.032.25		mm ²		AREA	4.032.25		mm ²			
AL 20%	806.45		mm ²	MAYOR	233.10	AL 20%	806.45		mm ²	MAYOR	512.92

Y para la dimensión de la canalización de los cables que es charolas se tiene:

ARREGLO DE CHAROLA ALIMENTADORES PRINCIPALES TRAF0-TAB. TGN, TAB.TGN-TRANSFERENCIA

NOMBRE DEL ALIMENTADOR	NUMERO DE FASES	NUMERO DE CONDUCTORES			CALIBRE AWG/KCM			CALIBRE AWG/KCM DIAMETRO EN mm			DIAMETRO TOTAL CUADRUPEX mm	TIPO DE CONFIGURACION
		FASE	NEUTRO	TIERRA	FASE	NEUTRO	TIERRA	FASE	NEUTRO	TIERRA		
TABLERO "TGN" ("TRAF0" V.S "TGN".)	3	2	2	2	350	350	1/0	22,10	22,10	13,50	88,40	TREBOL
TABLERO " TRANSFERENCIA " ("TGN" VS	3	2	2	2	3/0	3/0	2	16,00	16,00	10,50	64,00	TREBOL

TOTAL	294,95	menor a 30.48 cm.
--------------	---------------	--------------------------

ARREGLO DE CHAROLA ALIMENTADORES PRINCIPALES TAB. TRANSFERENCIA-TAB. TGE, PE-TT

NOMBRE DEL ALIMENTADOR	NUMERO DE FASES	NUMERO DE CONDUCTORES			CALIBRE AWG/KCM			CALIBRE AWG/KCM DIAMETRO EN mm			DIAMETRO TOTAL CUADRUPEX mm	TIPO DE CONFIGURACION
		FASE	NEUTRO	TIERRA	FASE	NEUTRO	TIERRA	FASE	NEUTRO	TIERRA		
TABLERO "TRANSFERENCIA" ("PE" V.S "TT"	3	2	2	2	3/0	3/0	2	16,00	16,00	10,50	64,00	TREBOL
TABLERO "TGE" ("TT" V.S "TGE")	3	2	2	2	3/0	3/0	2	16,00	16,00	10,50	64,00	TREBOL

TOTAL	231,20	menor a 30.48 cm.
--------------	---------------	--------------------------

Los motores que no tienen integrado un control de arranque de fábrica se les seleccionó un arrancador con elementos térmicos y son los siguientes:

MOTORES EN QUINTO NIVEL TABLERO "C2"

MAQUINA	UBICACIÓN	CIRCUITO	POT. NOM EN CP	TENSION EN VOLTS	No. DE FASES	I nom. EN Amp.	F.E	I nom. MAX E.T	TIPO DE CONTROLADOR							
									MARCA	CLASE	TIPO	TIPO CATALOGO	GABINETE NEMA	E. TERMICO		
														MARCA	TIPO	RANGO EN AMP.
MINIBOMBA	QUINTO PISO	30C2	0.167	127	1	4.00	1.25	5.00	ABB	AC-3	A9	A9 30 10-110	IP65	ABB	TA 25 DU 6.5	4.5-6.5

MOTORES EN SOTANO Y PLANTA BAJA TABLERO "M"

MAQUINA	UBICACIÓN	CIRCUITO	POT. NOM EN CP	TENSION EN VOLTS	No. DE FASES	I nom. EN Amp.	F.E	I nom. MAX E.T	TIPO DE CONTROLADOR							
									MARCA	CLASE	TIPO	TIPO CATALOGO	GABINETE NEMA	E. TERMICO		
														MARCA	TIPO	RANGO EN AMP.
HIDRONEUMATICO	MANTENIMIENTO	(2.4.6)M	1	220	3	4.60	1.25	5.75	ABB	AC-3	A9	A9 30 10-220	IP65	ABB	TA 25 DU 6.5	4.5-6.5
HIDRONEUMATICO	MANTENIMIENTO	(8.10.12)M	1	220	3	4.60	1.25	5.75	ABB	AC-3	A9	A9 30 10-220	IP65	ABB	TA 25 DU 6.5	4.5-6.5
MINIBOMBA	ENTRADA A EDIFICIO	11M	0.167	127	1	4.00	1.25	5.00	ABB	AC-3	A9	A9 30 10-110	IP65	ABB	TA 25 DU 6.5	4.5-6.5

CAPÍTULO 4
DISEÑO DE LA INSTALACIÓN
ELÉCTRICA.

4.1 Esquema de distribución.

El esquema de distribución depende de cómo se hacen las conexiones de la red de distribución y de las masas metálicas de la instalación receptora. Se designa con un código de letras, donde la primera letra se refiere a la situación de la alimentación con respecto a tierra y la segunda a la situación de las masas de la instalación receptora.

Para el servicio normal y en emergencia se usará un esquema TT con una distribución a 5 hilos (3 fases, neutro y tierra) donde:

Primera T: conexión directa de un punto de la alimentación con respecto a tierra.

Segunda T: Gabinetes metálicos conectados a tierra, independientemente de la eventual puesta a tierra de la alimentación.

Y para el servicio regulado se empleara el sistema TFA con una distribución a 6 hilos (3 fases, neutro, tierra y tierra física aislada) donde:

Primera T: conexión directa de un punto de la alimentación con respecto a tierra.

Segunda FA: Tierra física aislada que funciona como un conductor de tierra para equipos electrónicos, aislado de los demás circuitos.

4.2 Diseño de planos.

Aunque se ha empezado con los cálculos, generalmente el dibujo se realiza a la par que ellos. Los diagramas y dibujos son realizados en computadora con un software adecuado como puede ser AutoCAD pero es posible usar otras herramientas gráficas para tal fin.

El aspecto del uso del programa no corresponde a esta trabajo por lo que solo especificaremos los elementos generales del contenido en los planos. Como los dibujos son una representación esquemática es necesario hacer uso de un conjunto de símbolos especificados y notas de referencia para que las personas encargadas de manejarlos sean capaces de interpretar las características particulares de lo proyectado.

Cada plano tiene un nombre que define su contenido, especifica escalas y sistema de unidades. Utiliza una simbología que describe cada elemento en él, así como se tienen notas generales que aclaran o puntualizan algunos aspectos importantes. Además se establece la cédula de cableado donde se indica las características del conductor y su canalización. Por último se muestran detalles de montaje, luminarias entre otros aspectos importantes de la instalación.

Debido a la configuración del edificio en un nivel sobre otro el dibujo o diseño de los planos es repetitivo así es que tendremos configuraciones muy semejantes de un nivel y otro, por esta razón se mostrara lo más representativos del diseño con el fin de aterrizar los conceptos antes presentados. A continuación se presentan los planos de la subestación, el diagrama unifilar, los alimentadores generales, el sistema de tierra y uno de áreas generales para su discusión.

4.2 Diagrama Unifilar.

Un diagrama unifilar es la representación gráfica de un sistema eléctrico mediante una sola línea empleando símbolos preestablecidos o indicados. En este se muestra la acometida, transformadores, tableros, protecciones entre otros y se anotan valores y características relevantes de cada elemento.

4.3 Subestación eléctrica.

El diseño de la subestación eléctrica está basado en los cálculos de capacidad eléctrica así como de las dimensiones del equipo y además deben dejarse distancias de trabajo y acceso para mantenimiento rápido y seguro de los equipos. Para más de 600V se puede consultar en la tabla 110-34 (c) de la NOM-00 (tabla 4.1)

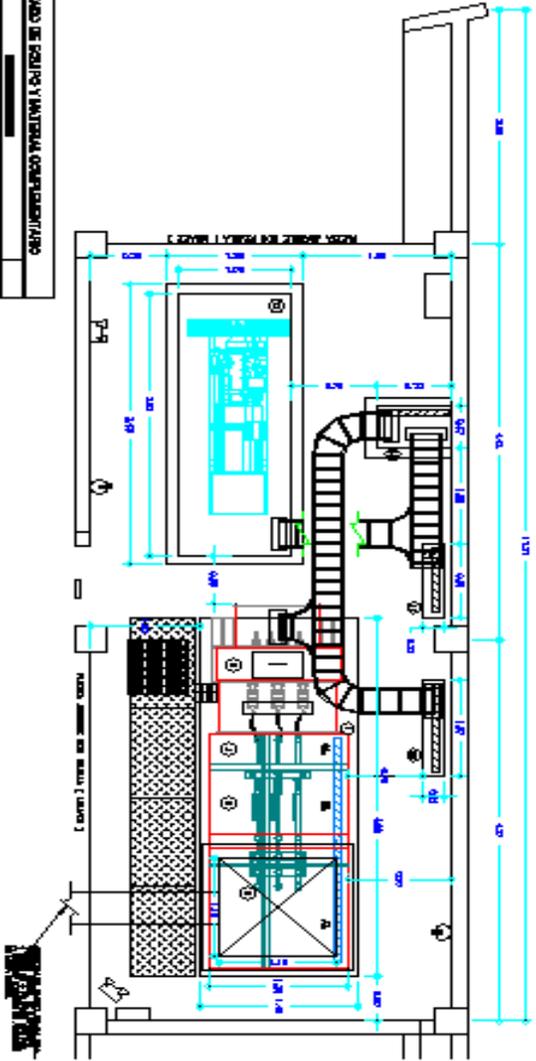
Tensión a tierra (volts)	Distancia mínima (metros)		
	Condición 1	Condición 2	Condición 3
601-2 500	0.90	1.20	1.50
2 501-9 000	1.20	1.50	1.80
9 001-25 000	1.50	1.80	2.80
25 001-75 kV	1.80	2.50	3.00
más de 75 kV	2.50	3.00	3.70

Tabla 4.1 Distancias de trabajo, más de 600V
(NOM-001, 2012, 1ra sección).

Y para menos de 600V la tabla 110-26 (a) de la NOM-001 (tabla 4.2)

Tensión nominal a tierra (volts)	Distancia libre mínima (metros)		
	Condición 1	Condición 2	Condición 3
0-150	0.9	0.9	0.9
151-600	0.9	1.1	1.2

Tabla 4.2 Distancias de trabajo, menos de 600V
(NOM-001, 2012, 1ra sección).



LEGENDA DE EQUIPO Y MATERIAL COMPLEMENTARIO

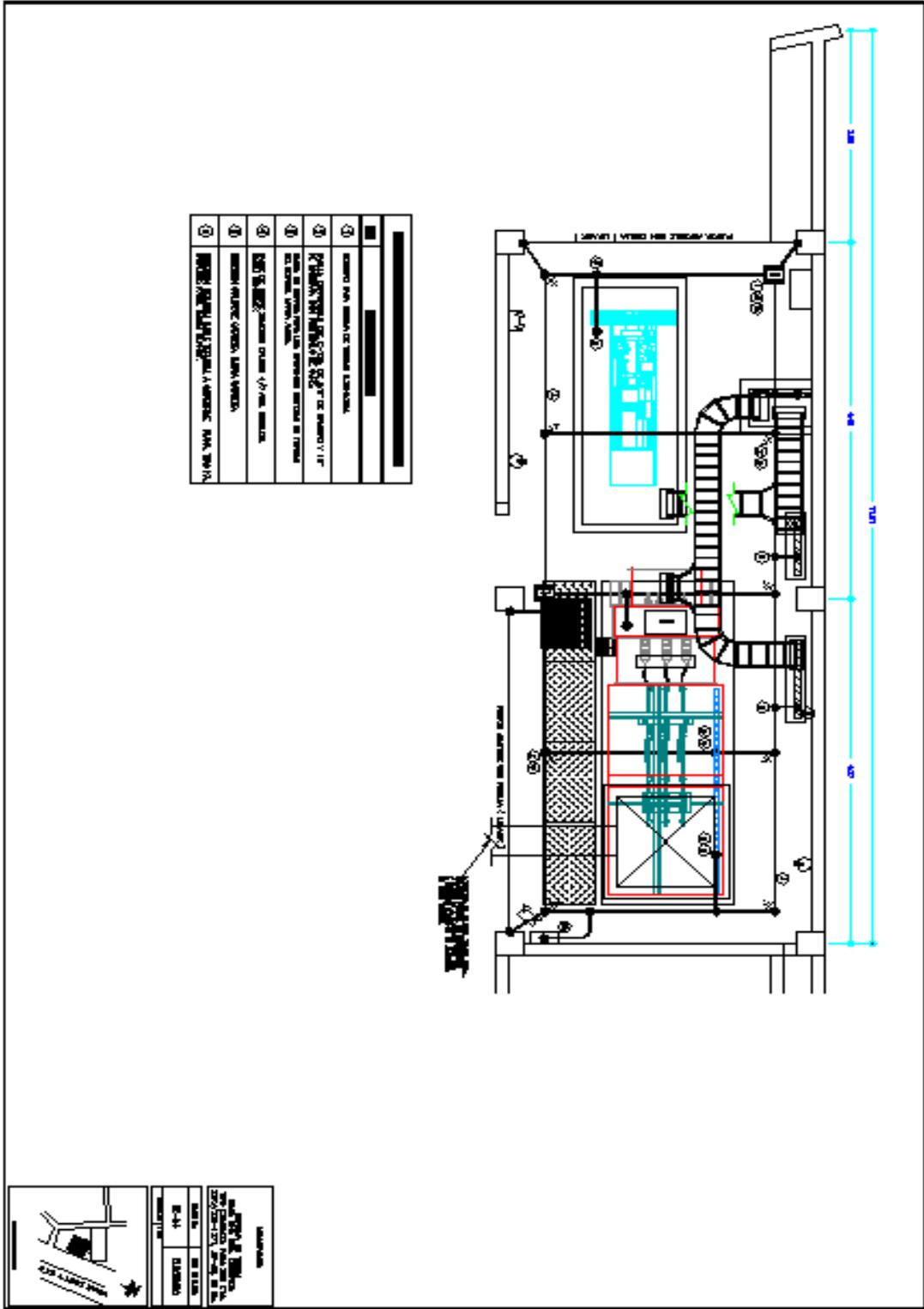
1	SEÑALIZACION DE PELIGRO (CANTONERA)
2	SEÑALIZACION DE PELIGRO (CANTONERA)
3	SEÑALIZACION DE PELIGRO (CANTONERA)
4	SEÑALIZACION DE PELIGRO (CANTONERA)
5	SEÑALIZACION DE PELIGRO (CANTONERA)
6	SEÑALIZACION DE PELIGRO (CANTONERA)
7	SEÑALIZACION DE PELIGRO (CANTONERA)
8	SEÑALIZACION DE PELIGRO (CANTONERA)
9	SEÑALIZACION DE PELIGRO (CANTONERA)
10	SEÑALIZACION DE PELIGRO (CANTONERA)
11	SEÑALIZACION DE PELIGRO (CANTONERA)
12	SEÑALIZACION DE PELIGRO (CANTONERA)
13	SEÑALIZACION DE PELIGRO (CANTONERA)
14	SEÑALIZACION DE PELIGRO (CANTONERA)

PROYECTO DE LABORATORIO

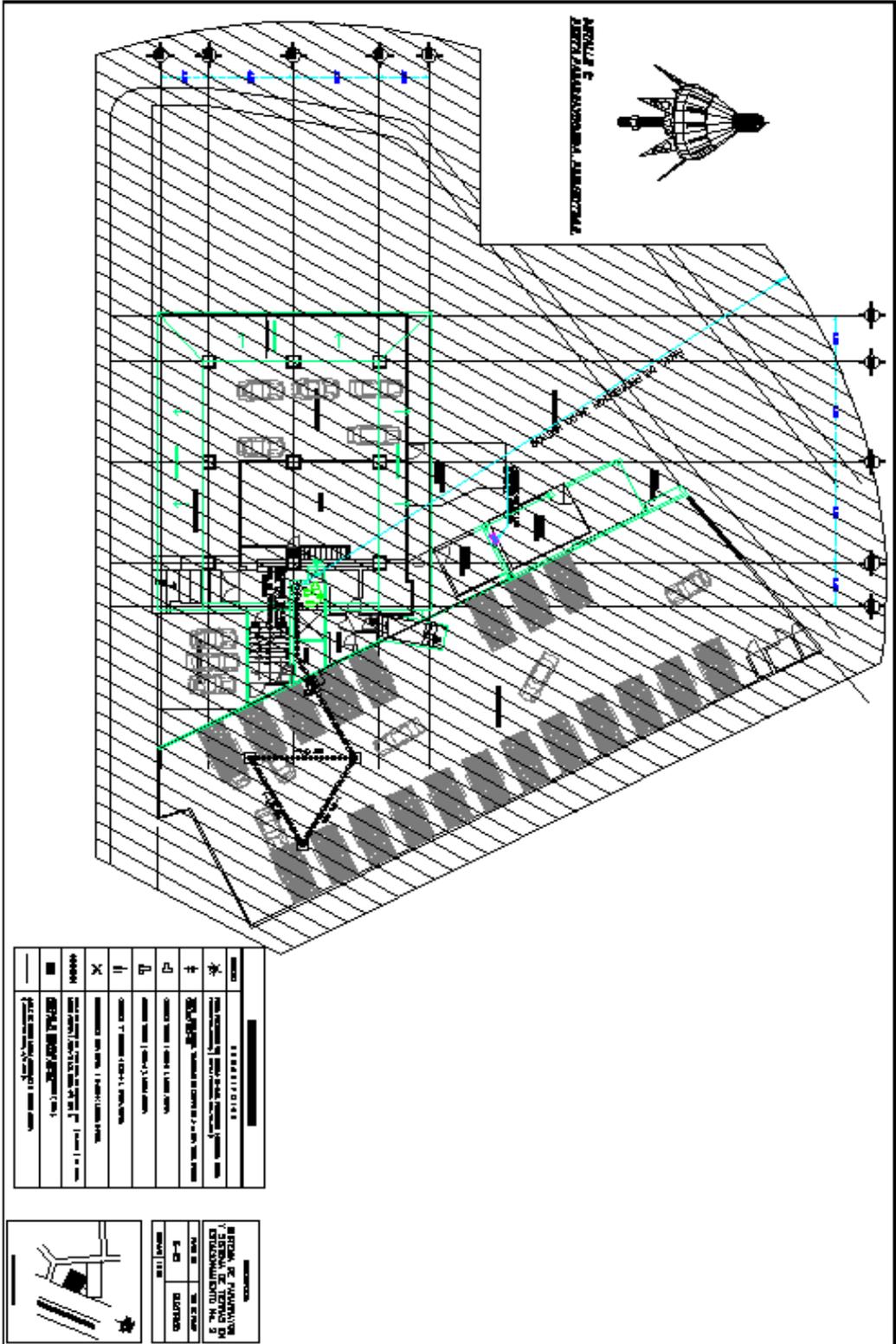
INSTRUMENTACION

NO. INSTRUMENTO	DESCRIPCION
01	SEÑALIZACION DE PELIGRO (CANTONERA)

4.5 Sistema de tierras.

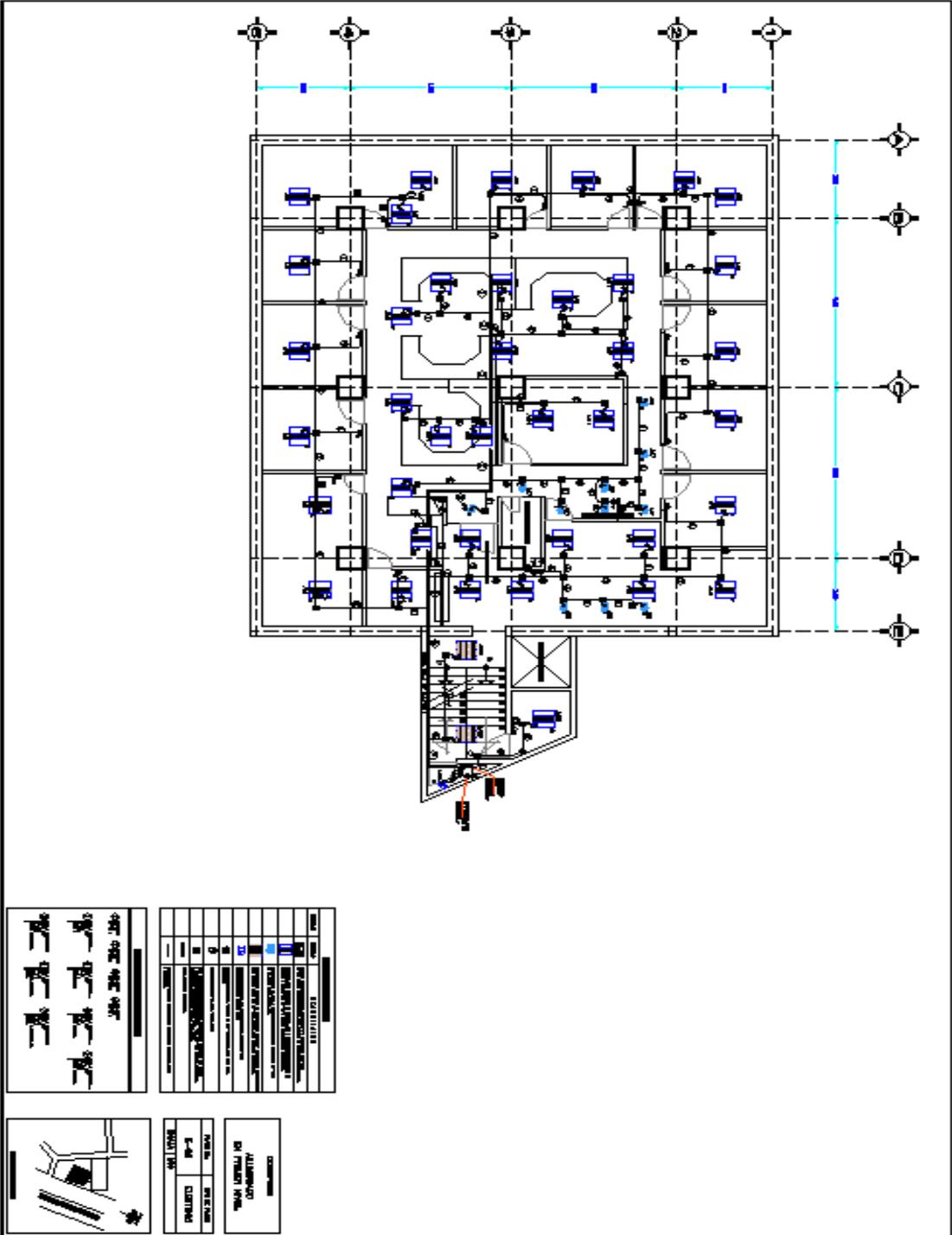


4.6 Sistema de pararrayos.

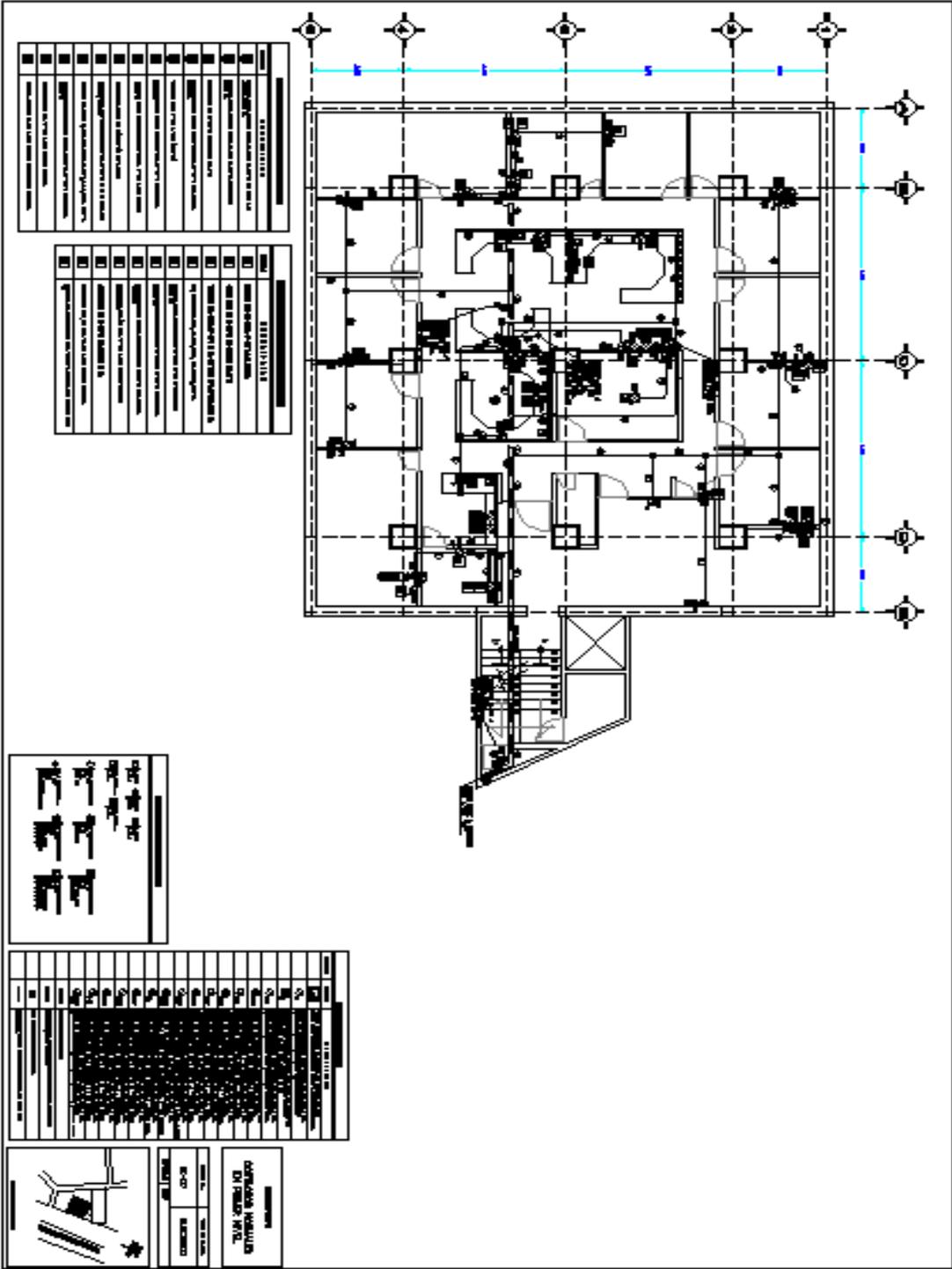


4.8 Planos generales.

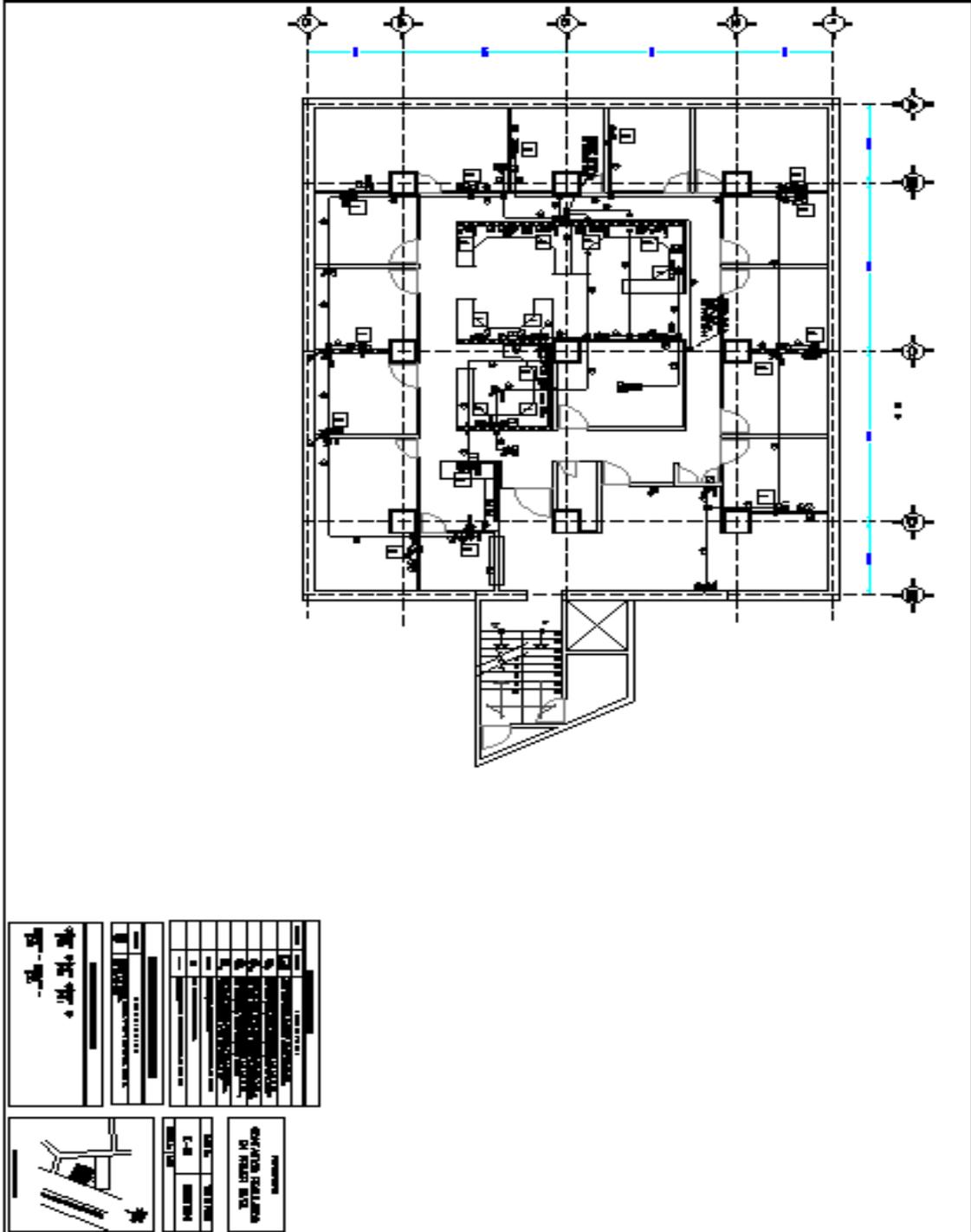
Alumbrado primer nivel



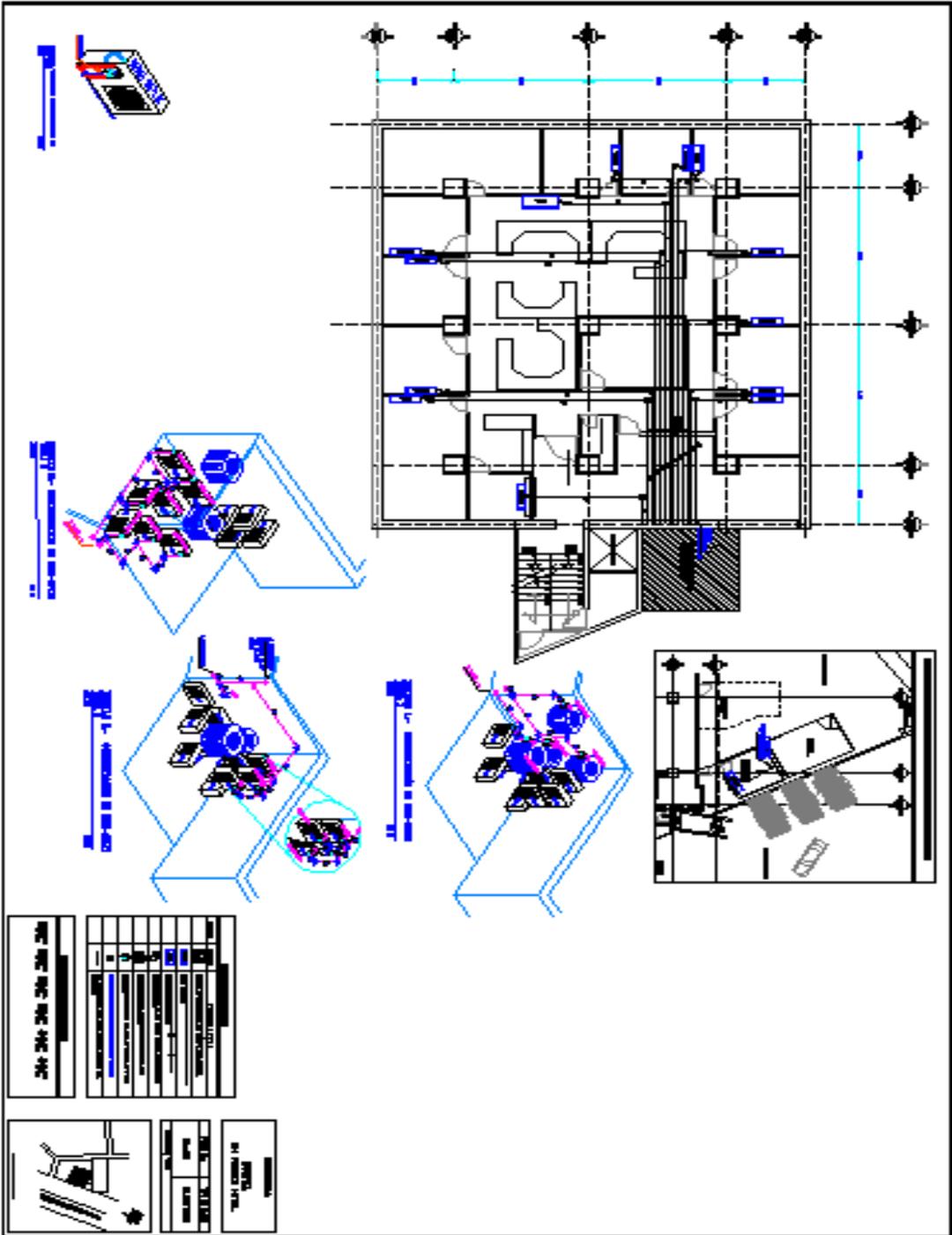
Contactos normales primer nivel



Contactos regulados primer nivel



Fuerza primer nivel



CAPÍTULO 5

COORDINACIÓN DE

PROTECCIONES

5.1 Introducción

Un sistema eléctrico debe ser diseñado con mecanismos que permitan proteger a las personas y la instalación, así como disminuir la interrupción del servicio eléctrico y evitar daños a los equipos conectados a esta red de distribución de energía.

Los dispositivos de protección tienen la función de detectar fallas e interrumpirlas cuando se presenta las mismas, esta debe ser aislada sin dejar de alimentar a otras partes del sistema, es decir debe operar el elemento más cercano a la falla, esto se denomina selectividad. Si este elemento no opera, debe entrar en operación otro elemento en serie con él, actuando como respaldo, y a esto se le conoce como coordinación.

La protección del sistema eléctrico abarca la sobre corriente y el sobre voltaje. La sobre corriente puede ser por sobrecarga o corto circuito y el sobre voltaje está relacionado con las descargas atmosféricas o rayos.

La sobrecarga implica el paso de una corriente superior a la nominal. Esta puede causar daños por efectos de temperatura pues los equipos se están sometiendo a valores de corriente para los que no fueron diseñados.

El corto circuito también es una corriente mayor a la especificada sin embargo este valor es mucho mayor que el de la sobrecarga y sin una adecuada protección puede destruir el equipo donde se presentan.

La protección de las personas es también una prioridad por lo que se cuida que no haya contactos directos o indirectos con partes de la instalación eléctrica.

Por último la protección de la continuidad del servicio es un aspecto que debe ser considerado ya que es imposible evitar que no se pierda el servicio en algún momento.

5.2 Dispositivos de detección de fallas

Estos dispositivos son conocidos como seccionadores y su función principal es la de aislar fallas en el momento que ocurran, así como servir de punto de desconexión en ocasión de mantenimiento. Un seccionador puede ser:

- Fusible en MT
- Fusible en BT
- Interruptor termo magnético en caja moldeada
- Interruptor electromagnético en caja moldeada
- Relés de sobre corriente 50/51

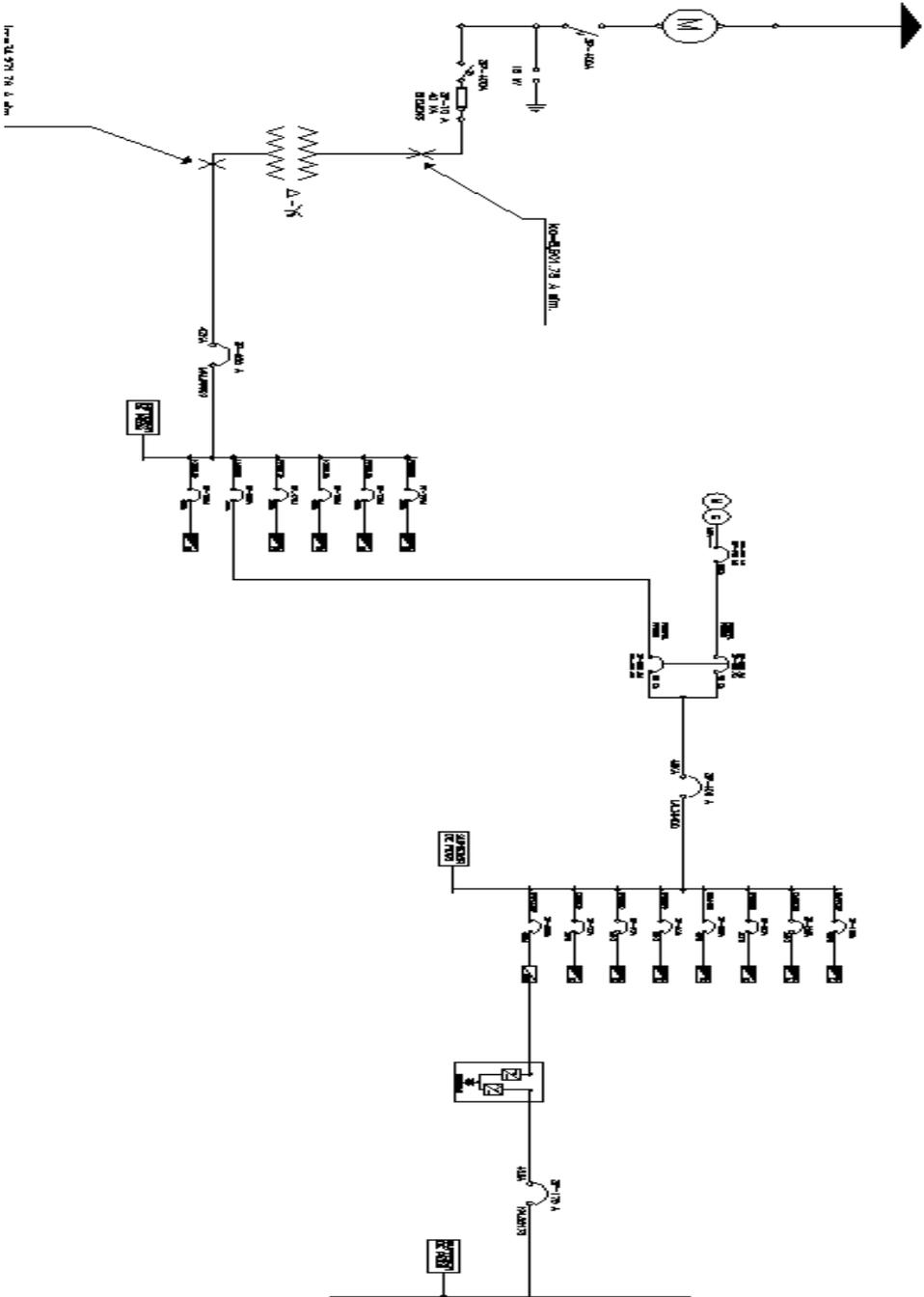
Un fusible es un dispositivo diseñado para funcionar en condiciones nominales e interrumpir condiciones de sobrecarga y corto circuito.

Una cuchilla es un dispositivo que realiza aperturas o cierres de la trayectoria del circuito siempre y cuando no exista corriente.

Un interruptor es un dispositivo que realiza aperturas y cierres de la trayectoria del circuito aún cuando esté presente la corriente nominal o la máxima posible como la de corto circuito.

Para el caso de los sobre voltajes tenemos básicamente el supresor de picos que es un dispositivo que realiza una desviación de las sobretensiones el momento que se presentan.

5.3 Ubicación de las protecciones



5.4 Protecciones usadas

Para proporcionar continuidad del servicio se dota al sistema de una ruta alterna de alimentación por medio de una planta de emergencia. Para las cargas críticas además se tiene un sistema de energía ininterrumpible.

Para evitar contactos directos es necesario diseñar espacios propios que protejan a los equipos que manejan energía eléctrica. En cuanto a los contactos indirectos es necesario un adecuado sistema de tierra en el total de la instalación.

La consecuencia de la sobrecarga es una elevación de la temperatura que es la causa de fallas en los equipos. Las protecciones que se utilizan son de tipo térmica como los fusibles y los interruptores automáticos (termo magnético)

En los casos que se produzca un corto circuito lo que interesa es una interrupción rápida de la corriente por el punto más cercano del corto circuito, por ello los dispositivos de protección utilizados son fusibles con características específicas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra corto circuito cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de corto circuito que pueda presentarse en el punto de su instalación

Para el caso de la instalación del edificio la solución adoptada es distribuir las protecciones en los puntos donde se recibe energía como son la acometida, los tableros, la planta de emergencia y algunas cargas específicas. Cada tablero posee un interruptor general automático para proteger el circuito alimentador y contendrá un conjunto de interruptores termos magnéticos para proteger los circuitos derivados. Esencialmente se protege contra sobrecarga y corto circuito. La sobrecarga implica un sistema en cascada donde el valor de la protección va disminuyendo conforme se adentra uno en la instalación. El corto circuito es determinado por en baja y alta tensión.

En el diagrama de protecciones se observa el arreglo final. A la entrada de la instalación se protege con tres fusibles de 10 A, una vez pasando a baja tensión se cuenta con un interruptor termo magnético de tres polos 600^a en el tablero principal en servicio normal, posteriormente los tableros de fuerza cuentan con protecciones de 3P-100 A, 3P-125 A, 3P-175 A entre otras. El sistema de transferencia es protegido con uno de 3P-300 A y la planta de emergencia con uno de 3P-400 A. El tablero general en emergencia es protegido con uno de 3P-400 A, y los tableros derivados con protecciones de 3P-80 A, 3P-70 A, 3P-40 A, entre otras, finalmente el tablero en energía regulada es protegido con un interruptor de 3P-175 A y los tableros derivados con protecciones de menor capacidad.

Por último es importante mencionar que si bien la coordinación de protecciones involucra el ajuste de tiempos y el análisis de las curvas en los puntos del corto circuito no entra dentro del alcance de este trabajo, sin embargo si se analiza el valor del corto circuito en los buses principales de la instalación con los que se define la capacidad interruptora de las protecciones.

CAPÍTULO 6
DESCRIPCIÓN GENERAL
DE EQUIPOS

6.1 Introducción.

En este capítulo se darán las especificaciones de los equipos que conforman la instalación. Todos los equipos deben estar en concordancia con el conjunto de cálculos y planos que antes se han tratado. La selección de ellos siempre debe ser de acuerdo a organismos internacionales de certificación así como con los lineamientos que la norma oficial mexicana ha dictado para ellos, por lo que hacemos referencia a ella, mencionando el artículo que trata sobre ellos.

6.2 Canalizaciones.

Ducto Cuadrado Embisagrado: Se plantea el uso de ducto cuadrado en el área de oficinas para los sistemas de contactos normales y alumbrado, la normatividad en este caso debe estar conforme al artículo 376 de la NOM-001.

Tubería Pared Gruesa Galvanizada: En las instalaciones secundarias se pretende que la canalización sea del tipo pared gruesa galvanizada, su instalación debe de cumplir con el artículo 342 de la NOM-001.

Charola: En las instalaciones primarias (alimentadores principales), se propone un soporte para cables tipo charola, material aluminio y espacio entre travesaños de 15.24cm, su instalación debe de cumplir con el artículo 392 de la NOM-001.

Condulets Ovalados: Las cajas de conexiones ovaladas se utilizaran únicamente para cambios de dirección y el volumen de estos debe de cumplir con el artículo 314 de la NOM-001.

Las cajas deberán de tener un tornillo de tierras (normalmente color verde) al cual se conectará el cable de tierras que viaja por la canalización eléctrica (para asegurar continuidad del sistema de tierras en toda la instalación eléctrica), según la sección 250 de la NOM-001.

Cajas Rectangulares: Las cajas rectangulares serán utilizadas como cajas de conexiones, y en este caso se debe de cumplir con el artículo 314 de la NOM-001.

Las cajas deberán de tener un tornillo de tierras (normalmente color verde) al cual se conectará el cable de tierras que viaja por la canalización eléctrica (para asegurar continuidad del sistema de tierras en toda la instalación eléctrica), según la sección 250 de la NOM-001.

En este caso también se plantea el uso de cajas cuadradas galvanizadas, pero de marcas reconocidas y con sello ANCE, así como del volumen adecuado.

6.3 Conductores.

Cables tipo uso rudo: Los cables tipo uso rudo se utilizaran en instalaciones visibles y en instalaciones ocultas se emplea cable y tubería liquatite ó tubería tipo zapa, pero solamente como extensiones de conexión para equipos de consumo, en donde éstas no deben de exceder de 1.80 metros, y cumplir con el artículo 400 de la NOM-001.

Cables mono polares: Los cableados mono polares propuestos deben de ser con aislamiento tipo THW-LS 75°C (adecuado para montaje en charola), la instalación del mismo debe ser conforme al artículo 310 de la NOM-001.

Circuitos Derivados de alumbrado y contactos: Los cables son calibre 10awg (30 A), calibre 8awg (40 A), calibre 6awg (55 A) y se tienen protecciones de 15 amperes, 20 A y 30 A de la NOM-001.

Alimentadores de tableros de distribución: Los cables son calibre 8awg (40 A), cable calibre 6awg (55 A), cable calibre 4awg (70 A), cable calibre 2awg (95 A),

cable calibre 1/0awg (150 A), cable calibre 2/0awg (175 A), 3/0awg (200 A), 4/0awg (230 A) y cable calibre 350kcm (397 A, al aire en configuración trébol). Se considera capacidad de conducción a menos que se indique otra cosa.

6.4 Lámparas y Luminarios.

Conexión de Luminarios: Los luminarios se alimentarán por medio de cable tipo uso rudo (con el aislamiento adecuado) en instalaciones visibles. Con los conectores adecuados y para el caso de instalaciones ocultas se deberán usar en conjunto con tubería del tipo liquatite ó tubería tipo zapa.

No deberán existir conexiones de cables expuestos, los luminarias deberán de contar con cajas de conexiones de fábrica adecuada para el tipo de ambiente en el que se instalará el luminario (expuesto a la lluvia, calor, rayos solares, humedad, etc.).

Para el caso de los luminarios ubicados en el exterior, la conexión deberá de ser con cable mono polar y con tubería tipo liquatite a prueba de líquidos.

Por otra parte todas las luminarias de los diferentes niveles del edificio, se reutilizarán (se propone que se ubiquen y conserven tal y como están actualmente), lo que se hará únicamente es conectarlas a las nuevas instalaciones y darles una limpieza general y soportarlas de forma adecuada (mediante cable acerado ó alambre galvanizado). Para la parte exterior del edificio se propone alumbrado nuevo, tanto para el contorno del edificio como para el área del estacionamiento.

De forma general se están reemplazando lámparas ahorradoras de energía, cumpliendo en esta caso con la NOM-007-ENER-2004.

6.5 Contactos.

Contactos Normales. En el área de la cocina y exteriores, los contactos a instalar son para 15A, 127V, tipo dúplex y con protección de fallas a tierra, tapas para usos generales e intemperie. Su instalación deberá de cumplir con el artículo 406. Para los elevadores (ubicados en el estacionamiento anexo), los contactos serán del tipo de media vuelta, pero en el tablero correspondiente, se tendrán interruptores del tipo de falla a tierra.

Áreas Normales: En el área de oficinas los contactos a instalar son para 15A, 127V, tipo dúplex polarizados y tapas para usos generales. Su instalación deberá de cumplir con el artículo 406, inciso K de la NOM-001.

Contactos Regulados: En el área de oficinas los contactos a instalar son para 15A, 127V, tipo dúplex polarizados de color naranja, tierra física aislada y tapas para usos generales. Su instalación deberá de cumplir con el artículo 406 de la NOM-001.

6.6 Protecciones.

En cuanto la protección del cable éste depende del valor de corriente que maneje los interruptores por lo tanto se tienen las siguientes capacidades: 30A, 40A, 50A, 70A, 100A, 125A, 150A, 225A, 300A y 400A, marco FH, KA y LA.

6.7 Tableros.

Tableros para contactos: Se utilizaran tableros de 24, 30 y 42 circuitos derivados tipo NQOD, 220-127V, 3F-4H, 60Hz, provistos de un interruptor principal.

Tableros para Alumbrado: Se utilizaran tableros de 24, 30 y 42 circuitos derivados tipo NQOD, 220-127V, 3F-4H, 60Hz, provistos de un interruptor principal.

Tableros de Fuerza: Se utilizara un tablero de 42 circuitos derivados tipo NQOD, 220-127V, 3F-4H, 60Hz, provistos de un interruptor principal.

Todos los tableros provisto además de un kit de tierras, kit de neutros y de un módulo supresor de picos de voltaje.

Tablero general. Para el tablero "TGE" de Distribución (emergencia): Tablero principal de distribución tipo I-LINE, nema 1, montaje en pared, con zapatas para 600A, barra neutra de 600A, barra de tierras para 200A, tensión de diseño 600V, tensión de operación de 220V/127V, 3F-5H, 65 KA de C.I.-SIM, interruptor principal de 3P-400A, 42KA DE C.I. (servicio emergencia), provisto de supresor de picos y equipo de medición.

Tablero general. Para el tablero "TGN" de Distribución (normal): Tablero principal de distribución tipo I-LINE, nema 1, montaje en pared, con zapatas para 600A, barra neutra de 600A, barra de tierras para 300A, tensión de diseño 600V, tensión de operación de 220V/127V, 3F-5H, 65 KA DE C.I.-SIM, interruptor principal de 3P-600A, 42KA De C.I. (servicio normal), provisto de supresor de picos y equipo de medición.

Tablero general. Para el tablero "SGE" de Distribución (emergencia): Tablero sub-general, en gabinete nema 1, color gris, con capacidad en zapatas para 250 A, con interruptor principal de 3P-250 A, 50 KA. C.I. con tres interruptores de 2P-40A y un interruptor de 3P-200A con equipo de medición y supresor de picos.

Tablero general. Para el tablero “GER” de Distribución (regulado): Tablero de distribución tipo NF, con zapatas para 250A, 220V/127V, 3F-4H; para 42 circuitos derivados e interruptor principal de 3P-175amperes, 42 KA DE C.I., provisto de supresor de picos.

UPS: Sistema de potencia ininterrumpible, marca. Liebert corporation, catalogo NPOWER, tiempo de respaldo 28 minutos, datos de entrada: 40 kva, 32 kw, 240 V, 3F-4H, 60 Hz, datos de salida: 40 kva, 32 kw, 208 V, 3F-4H, 60 Hz. (sistema en redundancia ó convencional).

Tablero de transferencia: Tablero de transferencia en gabinete tipo auto soportado Nema 1, 220-127V, 3F-4H, 60 Hz, con interruptores de 3P-800amperes, 65KA de C.I. provisto de los elementos de control y protección necesarios para censar la falta ó presencia de energía eléctrica y todo lo necesario para sincronizar su funcionamiento en conjunto con la planta de emergencia y la red de la compañía suministradora de energía.

6.8 Planta de emergencia.

Planta de Emergencia: Planta de emergencia de combustión interna a diesel de 92WK, marca. ATLAS COPCO o similar con las siguientes características: tensión nominal: 220-127V, capacidad continua: 92KW, factor de potencia: 0.8, frecuencia: 60Hz, fases/hilos: 3 fases/ 4 hilos. montada sobre una base de concreto, baterías adecuadas para servicio pesado de 12 volts y tanque de combustible lleno de 50 lts., adecuado para 4 horas de operación, interruptor principal electromagnético de 400 A.

6.9 Transformador.

Transformador tipo seco, enfriamiento “AA” de 225KVA, voltaje nominal primario de 23KV en conexión delta con 5 derivaciones de 1000 V c/u 1 arriba y 4 abajo del

voltaje nominal a voltaje secundario de 220-127 V en conexión estrella, 3 fases, 60 Hz, construido bajo las normas NMX-J-285, con protocolo de fábrica (laboratorio de pruebas certificado por EMA y subcontratado por ACE). Marca Voltran ó calidad similar.

El fabricante deberá suministrar todos los accesorios para su correcta operación. El contratista deberá realizar pruebas de resistencia de aislamiento antes de la puesta en servicio del equipo.

6.10 Subestación.

Tablero en media tensión: Subestación Eléctrica compacta servicio interior Nema 1, con barras de cobre para 400 amperes, color gris, 23KV, 3 fases, 3 hilos, 60Hz, Marca: AREVA T & D ó SIEMENS o similar, compuesta por gabinetes acoplados eléctrica y mecánicamente, con las siguientes secciones:

Gabinete de acometida y medición, juego de barras principales de cobre de 400A, aisladores necesarios, y cuchilla de paso de operación sin carga equipado con: cuchilla desconectadora de operación sin carga manual en grupo montaje fijo, 3 polos, 1 tiro, 400A con accionamiento de disco para la operación de las cuchillas desde el frente del gabinete, provista de bloqueo mecánico entre el desconectador y la cuchilla, juego de tres apartarrayos de distribución de óxidos metálicos de capacidad de descarga de 18KV, juego de barras principales de 400A, con los aisladores necesarios.

Gabinete de interruptor derivado en aire, equipado con interruptor derivado de operación con carga de 3 polos, 400amperes, operación en grupo tripular, un tiro, de apertura y cierre rápidos con disparo auxiliar por medio de perno percutor del fusible para disparo tripolar en caso de falla de una fase, operado desde el frente con mecanismo de disco, puerta abatible al frente, con mirilla de cristal inastillable y

manija de presión en acero galvanizado, bloqueada mecánicamente con: tres juegos de fusibles limitadores de corriente de 10A, 40KA de capacidad interruptora, juego de barras principales de 400amperes y aisladores necesarios, barra de cobre para conexión al sistema de tierras, para salida de cables por la parte de abajo para conexión a transformador de 225KVA.

6.11 Sistema de tierra y pararrayo.

Sistema de Tierras Pararrayos: Debido a que es necesario la instalación de un pararrayos, dicho sistema estará conforme a lo establecido en norma oficial.

Sistema de Tierras Para las Instalaciones Eléctricas: El diseño de la malla de tierras se realizó considerando la capacidad de la Subestación y considerando lo estipulado en el artículo 921 de la NOM-001.

Sistema de Tierras Para las Instalaciones del UPS: El diseño de la malla de tierras lo realizaremos considerando la capacidad del UPS y lo estipulado en el artículo 250 de la NOM-001.

6.12 Soporte de canalizaciones y luminarios.

Soportes para Canalizaciones: Las canalizaciones deberán soportarse por medio de abrazaderas, unicanales, etc., sección 110 de la NOM-001. Soportes en Luminarios: Los luminarias deberán ser soportados de forma independiente y según lo establecido por la sección 410 de la NOM-001.

6.13 Etiquetado y mantenimiento.

Se deben de instalar en los tableros principales y derivados, etiquetas distintivas en las que se señale (ejemplo):

Tablero: "FE"

Tensión de alimentación: 220-127V

Fases: 3F-4H, 60Hz.

Se alimenta desde: Interruptor "C1" en Tablero "TGN" de Subestación Eléctrica.
Calibre del alimentador: 3 Cables del 3/0awg (fase), 1 cable del 3/0awg (neutro), 1 cable 4awg (tierra física), en tubería de 63mm.

La información anterior deberá de ir acompañada de una señal de advertencia que indique ¡ PELIGRO, UNICAMENTE PERSONAL CALIFICADO ABRIRÁ Y DARA MANTENIMIENTO AL TABLERO !.

Los tableros deberán de contar además con un diagrama eléctrico que indique calibre del cable de alimentación, cargas de consumo que alimenta cada uno de los circuitos (directorio de circuitos), capacidad de cada una de las protecciones y carga en amperes de cada circuito. Los equipos de consumo deberán de contar con una placa que indique el tablero y circuito al que pertenece.

Mantenimiento a la Instalación Eléctrica: Solo personal calificado deberá proporcionar el mantenimiento respectivo a las instalaciones eléctricas mencionadas anteriormente. Éstos pueden ser técnicos en instalaciones eléctricas debidamente acreditados, ingenieros electricistas ó ramas afines. Por otro lado se recomienda que estas instalaciones cuenten con una persona encargada de mantenimiento para las instalaciones eléctricas, la cual deberá de llevar una bitácora de mantenimiento.

Conclusiones.

Es importante destacar que la instalación del inmueble se encontraba deteriorada y representa un riesgo potencial por lo que resulta de gran importancia un estudio sobre las modificaciones y ampliaciones de la misma.

Otro aspecto interesante es proponer un adecuado sistema de soporte de la energía como es el caso de la planta de emergencia y los sistemas de energía ininterrumpible con lo que las actividades que se realicen ahí no se vean afectadas.

También es importante mencionar que el redimensionamiento del transformador permitirá que la vida de este no se vea afectada por la sobrecarga con la que el anterior se encontraba.

Además se cuidó el aspecto del ahorro de energía proponiendo equipos de iluminación de mayor eficacia, así como proponer cables adecuados para evitar pérdidas económicas debidas a las perdidas eléctricas.

Por último el proyecto comenzó por la necesidad que representan las instalaciones eléctricas, desde nuestro hogar hasta las industrias más modernas, estas instalaciones brindan un servicio de primera necesidad para la humanidad entera, también es necesario que las instalaciones eléctricas cuente con un excelente funcionamiento en todas y cada una de las áreas que la conforman y la manera para asegurar un funcionamiento óptimo y seguro, es el proyectar, adecuar, diseñar e implementar una instalación eléctrica basándose en la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2012.

Además debe atenderse la seguridad, tanto de las personas como de los equipos y las instalaciones mismas en el desarrollo del diseño de la instalación proporcionando los dispositivos de protección necesarios para cada elemento.

La metodología mostrada permite guiar a las personas realizar un mejor trabajo de diseño con respecto a las instalaciones.

Se cumplen con las norma oficiales con lo que la instalación es mas segura y eficiente. Los cálculos están dentro de los márgenes de error establecidos con lo que se tiene la seguridad para personal y la instalación.

Con respecto al beneficio económico que se tiene, éste es visible en el tiempo pues si bien al corto plazo la inversión es fuerte en renovar la instalación, ésta retorna en la medida de que el dinero perdido por fallas y equipos mal dimensionados ahora ya no se pierde y regresa en forma neta, por lo que en un determinado periodo de tiempo se compensará la inversión y la ganancia será reflejada.

Bibliografía.

Becerril L. Diego Onésimo; Instalaciones Eléctricas Practicas; 12a Ed; Editorial Norte 66-A; México D.F.; 2002; 225 Pág.

Carranza Castellanos Emilio; Luminotecnia y sus Aplicaciones; 2a Ed; Editorial Impresión personal; México D.F.; 1992; 231 Pág.

Espinoza y Lara Roberto; Sistemas de Distribución; 1a Ed; Editorial LIMUSA; México D.F.; 1990; 713 Pág.

López Monroy Guillermo; Sistemas de Tierra; 1a Ed; Editorial LIMUSA; México D.F.; 1990; 211 Pág.

L. B. Rodolfo; Análisis de corto circuito en sep; 1a Ed; Departamento de Publicaciones de la Facultad de Ingeniería; México D.F.; 1992; 179 Pág.

Mileaf Harry; Electricidad Serie1-7; 4a Ed; Editorial Limusa; México D.F.; 1987; 950 Pág.

Navarro Márquez José, Montañés Espinosa Antonio, Santillán Lázaro Ángel; Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión; 2da Ed; Editorial Paraninfo; España; 1999; 231 Pág.

Raúll Martín José; Diseño de Subestaciones Eléctricas; 2da Ed; Departamento de Publicaciones de la Facultad de Ingeniería; México D.F.; 2000; 556 Pág.

NOM-001-SEDE-2012; Norma Oficial Mexicana de Instalaciones Eléctricas, 2012

Índice de Figuras.

Figura.	Página.
Figura 1.1 Representación esquemática de un sistema de energía eléctrica.....	10
Figura 1.2 Diagrama de generación elemental.....	11
Figura 1.3 Diagrama elemental de un sistema eléctrico de potencia.....	12
Figura 1.4 Estructura Radial.....	13
Figura 1.5 Estructura en Paralelo.....	14
Figura 1.6 Estructura en Anillo (Radial y Paralelo)	14
Figura 1.7 Estructura en Doble Derivación.....	15
Figura 1.8 Líneas Primarias.....	16
Figura 1.9 Diagrama del Transformador	16
Figura 1.10 Diagrama de un equipo de transferencia.....	20
Figura 1.11 Croquis de Localización.....	21
Figura 1.12 Ejemplo de irregularidades.....	27
Figura 1.13 Diagrama de bloques de la distribución.....	33
Figura 2.1 Vista de planta del plano arquitectónico del primer nivel.....	41
Figura 2.2 Ubicación simbólica de la carga de alumbrado en planta baja.....	51
Figura 2.3 Ubicación simbólica de la carga de contactos segundo nivel.....	53
Figura 2.4 Área disponible para el centro de carga por nivel.....	54
Figura 2.5 Área disponible para la subestación eléctrica en planta baja.....	55
Figura 2.6 Esquema de reorganización de carga.....	57
Figura 3.1 Espacios y superficies en un local de trabajo.....	62
Figura 3.2 Triangulo de potencia.....	67
Figura 3.3 Circuito monofásico.....	92
Figura 3.4 Circuito Bifásico.....	93
Figura 3.5 Circuito Trifásico.....	93
Figura 3.6 Circuito Trifásico 4H.....	94
Figura 3.7 Fuentes de corriente de corto circuito.....	120

Figura 3.8 Ejemplo un de diagrama unifilar.....	121
Figura 3.9 Esquema de funcionamiento de pararrayos.....	129
Figura 3.10 Corrección del factor de potencia.....	130
Figura 3.11 DU con elementos de aportación.....	163
Figura 3.12 Diagrama de bloques del sistema.....	165
Figura 3.13 Reducción de bloques bus 1.....	166
Figura 3.14 Reducción de bloques bus 2.....	167
Figura 3.15 Datos en Visual.....	175
Figura 3.16 Arreglo de la carga.....	179
Figura 31.7 Arreglo de la potencia y corriente.....	180
Figura 3.18 Arreglo de protección, cable y caída de tensión.....	180

Índice de Tablas.

Tabla.	Página.
Tabla 1.1 Superficie en el edificio.....	25
Tabla 2.1 Estimación y censo de la carga.....	42-45
Tabla 2.2 Cuantificación de la carga.....	46-49
Tabla 2.3 Cuantificación de la carga de alumbrado en planta baja.....	50
Tabla 2.4 Simbología preliminar planta baja.....	52
Tabla 3.1 Rango para los factores de diversidad y coincidencia.....	66
Tabla 3.2 Niveles máximos de reflexión.....	71
Tabla 3.3 Estimación de reflectancias reales.....	72
Tabla 3.4 Extracción de reflectancia efectiva.....	73
Tabla 3.5 Extracción del coeficiente de utilización.....	74
Tabla 3.6 Extracción del D_{LL}	74
Tabla 3.7 Determinación de la condición de suciedad en la luminaria.....	75
Tabla 3.8 Categoría de mantenimiento de la luminaria.....	76
Tabla 3.9 Grafica de depreciación por polvo en luminaria.....	77
Tabla 3.10 Extracción de F_B	77
Tabla 3.11 Flujo luminoso relativo vs temperatura ambiente.....	78
Tabla 3.12 Relación S/P para diferentes lámparas.....	79
Tabla 3.13 Niveles de Iluminación en oficinas.....	80
Tabla 3.14 Niveles de Iluminación.....	81
Tabla 3.15 Densidad de potencia eléctrica para alumbrado (DPEA).....	82
Tabla 3.16 DPEA por área.....	83
Tabla 3.17 Carga máxima conectada a un contacto.....	86
Tabla 3.18 Capacidad nominal de contactos.....	86
Tabla 3.19 Corriente a plena carga de motores trifásicos de corriente alterna.....	88
Tabla 3.20 Letras de código de indicación para rotor bloqueado.....	89

Tabla 3.21 Corriente eléctrica a rotor bloqueado en función de la letra de diseño...	90
Tabla 3.22 Capacidad de conducción de los conductores.....	96
Tabla 3.23 Factores de corrección por temperatura.....	97
Tabla 3.24 Factores de corrección por agrupamiento.....	98
Tabla 3.25 Propiedades de los conductores.....	100
Tabla 3.26 Factor de protección para motores.....	105
Tabla 3.27 Factores de relleno.....	107
Tabla 3.28 Diámetros nominales de tubo.....	108
Tabla 3.29 Factores para cargas en tableros.....	113
Tabla 3.30 Factores para cargas en transformadores.....	118
Tabla 3.31 Sección de conductores de puesta a tierra.....	127
Tabla 3.32 Sección de conductores de puesta a tierra en acometida.....	128
Tabla 3.33 Radio de protección pararrayo	173
Tabla 3.34 Calculo de capacitor.....	174
Tabla 4.1 Distancias de trabajo, más de 600V.....	216
Tabla 4.2 Distancias de trabajo, menos de 600V.....	216