



## “Residencia profesional Enero – Junio 2019”

### **Alumnos:**

Silverio Domínguez Coello

Octavio Velasco Gómez

### **Nombre del proyecto:**

Diseño y Construcción de S.E. Tipo Para Tienda de Conveniencia

### **Empresa:**

Construcciones y Soluciones Eléctricas Victoria, S.A. DE C.V.

### **Asesor interno**

Ing. Jorge Díaz Hernández

### **Asesor externo**

Ing. David Mandujano Román

Ingeniería eléctrica

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

## INDICE

<b>Introducción</b> -----	3-7
Antecedentes-----	3
Estado del arte -----	4
Objetivos-----	4
Metodología-----	5-6
Justificación-----	7
<b>Fundamento teórico</b> -----	8-12
Objetivo de la norma-----	8
Protecciones-----	9-10
Puesta a tierra de sistemas eléctricos-----	11-12
<b>Desarrollo</b> -----	13-52
Análisis de cargas eléctricas -----	13-36
Diagrama Unifilar-----	37
Generalidades-----	38
Cálculos-----	38-48
Cálculo y tipo de subestación-----	39-45
Punto de conexión/protección en M.T/neutro corrido-----	46
Banco de ductos/ interruptor general -----	47
Calculo de corto circuito-----	48
Sistema de tierra-----	49-53
Calculo de la malla de tierra/selección del conductor-----	50
Elección de la malla-----	51-53
<b>Resultados</b> -----	54-56
<b>Conclusiones</b> -----	57
<b>Bibliografías</b> -----	57
<b>Anexo</b> -----	58

# 1. Introducción

## 1.1 Antecedentes

La empresa “construcciones y soluciones eléctricas Victoria S.A. de C.V.” es una empresa dedicada a obras eléctricas en baja, media y alta tensión, siempre comprometidos en ofrecer un excelente servicio de calidad y sobre todo profesional que a su vez son respaldados con 10 años de experiencia. Esta empresa cuenta con personal: (técnicos, ingenieros, contratistas etc.) altamente capacitado para realizar trabajos apegados a la normatividad.

Actualmente el uso de Subestaciones eléctrica es indispensable para las empresas, tiendas de conveniencia, escuelas, hospitales, o cualquier lugar dónde se requiera una carga total instalada mayor a 10 KW. Para la instalación de una S.E. es primordial la realización del diseño, considerando factores de importancia tales como; en la selección del transformador a partir de la carga total instalada, diagrama unifilar, cálculos de interruptores, cálculo de alimentadores por método de corriente y caída de tensión, puesta a tierra. Cumpliendo cada una de ellas con las normas y especificaciones de seguridad NOM-001-SEDE-2012 VIGENTE.

Para la construcción de la S.E. se analiza y elabora un estudio costo- beneficio de los materiales y equipos a utilizar, así mismo determinar las condiciones específicas para el funcionamiento correcto de dicha S.E realizando así pruebas y lecturas de los diferentes parámetros eléctricos como voltaje, consumo y demanda máxima, sería factible crear una simulación de la S.E. para el funcionamiento correcto de la misma. Dentro de las normas mexicanas existen dos tipos, las normas oficiales mexicanas NOM y las normas mexicanas NMX, de las cuales las NOM son de uso obligatorio mientras que las NMX pueden o no tomarse en cuenta ya que son recomendaciones de procedimientos o parámetros a seguir para tener un estándar más alto.

Cabe aclarar que si dentro de una NOM se menciona una NMX el uso de la norma NMX se vuelve obligatorio.

## **1.2 Estado del Arte**

Las subestaciones eléctricas surgen de la necesidad de transportar y distribuir la energía eléctrica a largas distancias, así que se implementó el uso de subestaciones en las centrales eléctricas para elevar el voltaje de salida de los generadores y así mediante cables de alta tensión montadas en torres eléctricas recorrer largas distancias, pero también se usan para reducir el voltaje y que sea factible la distribución y uso de la energía eléctrica para las personas.

A pesar de la importancia que tiene en cada obra ya sea para tiendas y edificios tales como oxxo, Coppel, plazas comerciales, gasolineras, hospitales, etc. Siempre la instalación de una subestación eléctrica se tiene en todo momento considerar las medidas de seguridad que se deben tomar al momento de maniobrar equipos o manipular aparatos ya que en un descuido o mala maniobra surgen accidentes fatales o inclusive hasta perder la vida. Los dispositivos o equipos a utilizar en media tensión son transformadores, postes, crucetas, estribo, conector perico, aislantes, abrazaderas etc. También se utiliza equipos de protección indispensable tales como apartarrayos, interruptores generales, corta circuitos, fusibles, malla de tierra todo esto con el objetivo de proteger los equipos del sistema como tanto al usuario y sus bienes. Todo lo mencionado anteriormente se utilizara para llevar acabo la instalación eléctrica en EL DIARIO CHIAPAS S.A DE C.V. Los equipos y materiales que se ocuparan en la construcción de una subestación son de acuerdo al diseño que realiza el ingeniero eléctrico, apegándose a las normas de la Comisión Federal de Electricidad, las Normas Oficial Mexicanas. Si en dado caso no se llegara a cumplir las especificaciones de las normas será motivo de que la CFE no proporcione el suministro.

## **1.3 Objetivos**

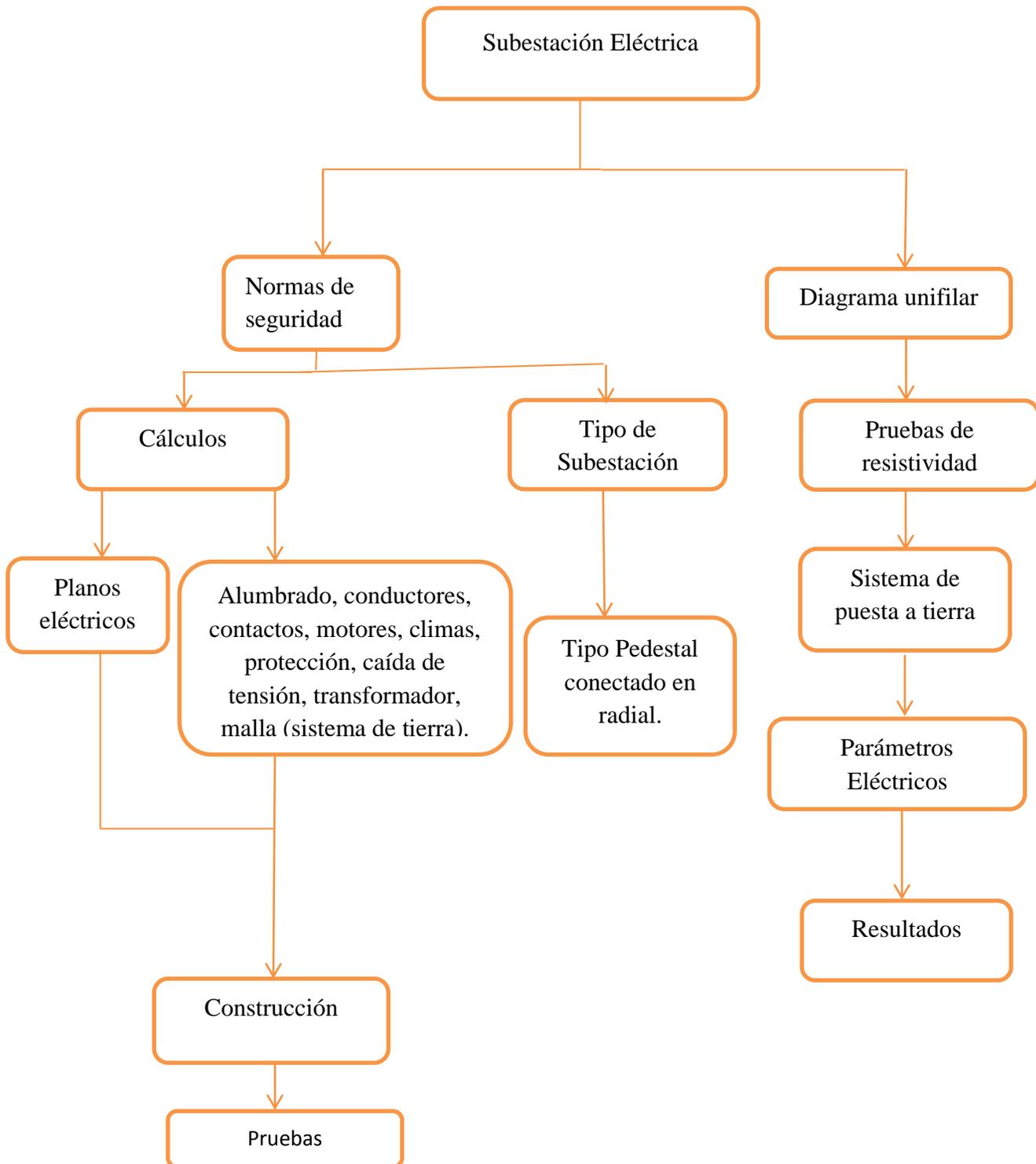
### Objetivo General

Llevar acabo el análisis, diseño y construcción de S.E. para tienda de conveniencia y simulación de parámetros eléctricos

### Objetivos Específicos

- Realizar un estudio costo-beneficio sobre materiales y equipos a utilizar.
- Realizar pruebas y lecturas de los parámetros eléctricos.
- Comprobar el funcionamiento de una S.E mediante simulación en (software a utilizar).

## 1.4 Metodología



Una subestación eléctrica unitaria consiste en:

- La selección primaria que provee una conexión de uno o más circuitos de media y alta tensión que puede o no tener un dispositivo conexión o un dispositivo de conexión y de interrupción.
- Una sección de transformación que incluye uno o más transformadores.
- Una sección secundaria que provee conexión de uno o más alimentadores secundarios los cuales están protegidos por un dispositivo de conexión y de interrupción.
- Las subestaciones pueden instalarse en el interior o exterior.
- Las subestaciones pueden ser relevadores o reductoras.
- Los equipos principales de una subestación son:
  - Interruptores
  - Transformadores de potencia.
  - Cuchillas de paso.
  - Apartarrayos.
  - Transformadores de corrientes.
  - Transformadores de potencial.
  - Fusibles.
  - Resistencias y reactancias de puesta a tierra.
  - Capacitores.
  - Reactores.

Las subestaciones constan de un medio de desconexión general el cual es el punto de enlace entre el suministrador y el usuario.

El espacio donde se encuentra la S.E. esta resguardada para restringir el acceso a personas no calificadas, esto se realiza por medio de cercas de alambre, muros con una altura mínima de 2,10m o bien por medio de un local especial.

Cálculos: Los cálculos que se realizan son de alimentadores, protecciones, transformador, corto circuito, sistema de tierra.

Tipo de Subestación: Tipo Pedestal, tipo poste, tipo H, tipo Azotea.

Normas de Seguridad: Se cumple con la NOM-001-SEDE-2012

Construcción: Se construye la S.E. de acuerdo a los cálculos realizados, equipos y materiales seleccionados para su construcción.

La puesta a tierra es un mecanismo de seguridad que forma parte de las instalaciones eléctricas y que consiste en conducir eventuales desvíos de la corriente hacia la tierra, impidiendo que el usuario entre en contacto con la electricidad.

Dispositivos de protección contra sobre corriente las subestaciones deben tener en su lado primario un dispositivo de protección contra sobre corriente general.

La protección del equipo no debe depender del sistema de protección del suministrador, además cualquier falla de cortocircuito en las instalaciones del usuario no debe afectar el servicio a otros usuarios.

Parámetros Eléctricos: voltaje, corriente, demanda máxima, consumo.

## **1.5 Justificación**

Nuestro proyecto busca implementar el uso de una subestación eléctrica conectado en tipo radial delta estrella el cual contara con los equipos principales de protección como son: Interruptores termo magnéticos, Transformador de potencia, Cuchillas de paso, Apartarrayos, Transformadores de corrientes, Fusibles, Resistencias, reactancias de puesta a tierra, Capacitores, Reactores. Estos requisitos es de acuerdo a la necesidad del servicio y del factor de demanda este proyecto garantiza en todo momento el cumplimiento con la NOM-001-SEDE-2012. El proyecto se llevara a cabo en EL DIARIO DE CHIAPAS S.A DE C.V. La obra consta de un ramal primario subterráneo de alta tensión de 15m, el cual alimenta una subestación tipo pedestal, localizada en las inmediaciones del inmueble. Las instalaciones son nuevas de alumbrado, contactos, climas, y fuerza, alimentado por una subestación de la capacidad de 225kVA 13200/220-127, para operar en forma particular con medición en baja tensión. Con categoría de tarifa OM, según Tarifas Generales en Media Tensión Nuevo esquema tarifario (Diciembre 2017 - 2018) la OM es la tarifa que se aplicará a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, suministrados en media tensión, con una demanda menor a 100 kW. Otro aspecto importante es la tierra física del medidor el cual no debe ser la misma que la dela subestación por protección de este mismo y el conductor bajante de tierra será de tamaño 13.3mm<sup>2</sup> (6 AWG) mínimo de acuerdo al artículo 250 de la NOM-001-SEDE-2012.

## 2. Fundamento teórico

### 2.1 objetivo primordial de la norma

Establecer las especificaciones y lineamientos de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas a la utilización de la energía eléctrica, afín de que ofrezcan condiciones adecuadas de seguridad para las personas y sus propiedades, en lo referente a la protección contra:

- Choques eléctricos.
- Los efectos térmicos.
- Sobre corrientes.
- Las corrientes de falla y
- Sobretensiones

El cumplimiento de las disposiciones indicadas en la norma garantiza el uso de la energía eléctrica en forma segura; asimismo, la norma no intenta ser una guía de diseño, ni un manual de instrucciones para personas no calificadas. La familiarización y la comprensión de las especificaciones de la norma requieren de mucho estudio.

Esta norma cubre las instalaciones destinadas para la utilización de la energía en:

- Propiedades industriales, comerciales, residenciales y de vivienda, institucionales, cualquiera que sea su uso, públicas y privadas, y en cualquiera de los niveles de tensiones eléctricas de operación, incluyendo las utilizadas para el equipo eléctrico conectado por los usuarios. Instalaciones en edificios utilizados por las empresas suministradoras, tales como edificios de oficinas, almacenes, estacionamientos, talleres mecánicos y edificios para fines de recreación.
- Casas móviles, vehículos de recreo, construcciones flotantes, ferias, circos y exposiciones, estacionamientos, talleres de servicio automotor, estaciones de servicio, lugares de reunión, teatros, salas y estudios de cinematografía, hangares de aviones, clínicas y hospitales, construcciones agrícolas, marinas y muelles, entre otros.
- Sistemas de emergencia o reserva propiedad de los usuarios.

- Subestaciones, líneas aéreas de energía eléctrica y de comunicaciones e instalaciones subterráneas.
- Centrales eléctricas para cogeneración o autoabastecimientos.
- Cualesquiera otras instalaciones que tengan por finalidad el uso de la energía eléctrica.

## **2.2 protecciones**

Los objetivos del sistema eléctrico de protección y coordinación son prevenir daño a las personas, y proteger a los componentes tales como conductores, componentes y equipos del sistema y limitar la duración de la interrupción del servicio cuando el equipo falla por un error humano o por eventos de la naturaleza sobre una parte del sistema.

El sistema eléctrico deberá ser diseñado y mantenido para protegerse asimismo.

La prevención al daño humano es el objetivo más importante del sistema de protección.

Los dispositivos de protección deben tener una capacidad de interrupción adecuada y las partes energizadas deben estar encerradas o aisladas para evitar riesgos de explosión, fuego, arqueo o descarga eléctrica que resultan peligrosas para cualquier civil que se encuentren cerca.

Hay que recordar que la seguridad es prioritaria sobre la continuidad del servicio, daños de equipos o daños económicos.

En la norma vigente están adheridos estos principios de seguridad.

La coordinación es la selección o ajuste, o ambos de los dispositivos de protección para aislar la parte del sistema eléctrico cuando ocurren anomalías.

Las principales anomalías contra las que hay que proteger al sistema eléctrico son:

- Cortocircuitos, ocasionados por una falla de aislamiento debido a exceso de humedad, daño mecánico al equipo eléctrico y por una falla del equipo debido a abusos y sobrecargas. Los cortocircuitos pueden ser entre dos conductores de fases, entre todas las fases o entre una fase o fases y tierra.

El cortocircuito:

- Puede ser solido o a través de una impedancia.
- Puede involucrar un arco con una alta impedancia.
- Puede o no puede extinguirse por sí mismo.
- Sobrecargas, por conectar equipos más grandes o adicionar más equipo. Pueden también ser ocasionadas por una instalación o mantenimiento inadecuado o no seguir los procedimientos de operación, estas se pueden presentar en el arranque, periodos de aceleración y ventilación obstruida.

Otras fuentes de anomalías pueden ser las descargas atmosféricas.

Para aislar los cortos circuitos y las sobrecargas se requiere de la aplicación de los dispositivos de protección que se censan cuando una corriente anormal circule. Estos dispositivos deben remover la zona afectada del sistema.

Hay tres tipos de dispositivos fundamentales diseñados para detectar sobre corrientes:

- Relevadores
- Interruptores automáticos
- Fusibles

Los relevadores son dispositivos instalados en el sistema, para detectar problemas y complementar el circuito eléctrico, se asocian con interruptores automáticos o con contactores.

Los fusibles censan y son dispositivos de interrupción, son conectados en serie con el circuito y actúan a efectos térmicos producidos cuando la corriente circula a través de él.

El fusible es diseñado para abrir en un tiempo predeterminado dependiendo de la cantidad de corriente que circule.

Los fusibles no son recuperables su elemento es consumido cuando interrumpe una corriente anormal,

Los interruptores automáticos son dispositivos de interrupción solamente y se utilizan en conjunto con dispositivos sensibles para una función de detección completa.

### 2.3 puesta a tierra de sistemas eléctricos

El cálculo del sistema de tierra para una subestación eléctrica se basa en la guía de la IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding.

Este método también se estudia con más detenimiento en el libro de oro de puesta a tierra universal.

El diseño de un sistema de tierra tiene los siguientes objetivos:

- Proveer los medios para trasladar corrientes eléctricas dentro de la tierra bajo las condiciones normales y de falla sin exceder los límites de operación y del equipo.
- Asegurar que las personas en la vecindad de una industria con un sistema eléctrico puesto a tierra no esté expuesta a una descarga eléctrica crítica.

Durante condiciones de falla, la corriente eléctrica circula por la tierra con lo que se producirá gradientes de potencial dentro y alrededor de la subestación.

Disposiciones normativas

El sistema de tierra debe consistir de uno o más electrodos conectados entre sí debe tener una resistencia a tierra baja para minimizar los riesgos al personal en función de la tensión eléctrica de paso y de contacto (se considera un valor aceptable de  $10\Omega$ ; en terrenos de alta resistividad puede llegar a ser hasta de  $25\Omega$ ).

Los sistemas de un solo electrodo deben utilizarse cuando el valor de la resistencia a tierra no exceda de  $25\Omega$ .

Para instalaciones subterráneas el valor recomendado de resistencia a tierra es de  $5\Omega$ .

Algo muy importante, es cuando una línea aérea cruce con una cerca metálica, la cerca metálica debe ponerse a tierra en ambos extremos a una distancia sobre el eje de la cerca y no mayor a 45m.

Para subestaciones, se indica que los sistemas de tierra deben de cumplir con lo indicado en el artículo 250 de la NOM-001-SEDE-2012 y se aclara (recomienda pero no exige) que un método adecuado para calcular el sistema de puesta tierra de plantas y subestaciones se puede consultar a través de la norma de referencia C.F.E.-011-CFE-2002. Que se basa en la norma de IEEE-8-2000.

El cable que forme el perímetro exterior del sistema, debe ser continuo, de forma que encierre el área que proyecte el equipo de la subestación.

Si se tiene una subestación tipo pedestal, con conexión estrella-estrella, se requiere que el sistema de tierra quede confinado en el área que proyecta el equipo sobre el suelo.

Procedimiento de diseño de una malla de tierra.

Los siguientes parámetros deben conocerse para iniciar el cálculo.

- Corriente de falla monofásica
- Corriente de falla de diseño
- Longitud de la subestación
- Ancho de la subestación
- Resistividad del terreno
- Resistividad superficial
- Profundidad de la malla
- Espesor de la capa superficial
- Longitud de la red
- Ancho de la red
- Tiempo de la duración de la falla
- Relación X/R en el bus de falla
- Longitud de las varillas de tierra
- Diámetro de las varillas de tierra

También se exige realizar pruebas periódicamente para la comprobación de los valores de la resistencia a tierra de preferencia en época de estiaje (secas).

Cercas metálicas: Si la cerca metálica se encuentra dentro del área de la malla de tierra debe ser puesta a tierra.



#### 3.1 Análisis de cargas eléctricas

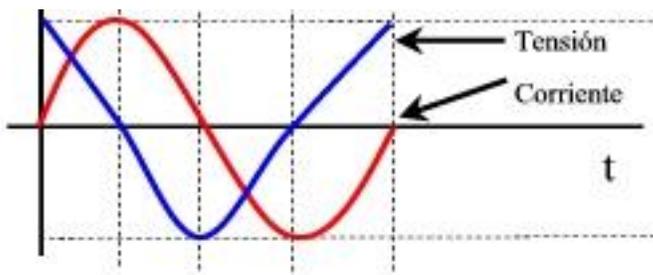
##### Concepto de carga

Una carga eléctrica es un dispositivo de consumo de energía eléctrica como pueden ser una plancha, televisor, refrigerador, motor etc. Existen tres tipos de cargas eléctricas inductiva, resistiva y capacitiva.

Carga inductiva:

La potencia, que toma la carga en el primer medio ciclo de la fuente de corriente alterna, la convierte en campo magnético variable que, de acuerdo con las leyes de Faraday y Lenz, producen una tensión en la bobina que se opone a la fuente que la produce. De tal forma que en el siguiente medio ciclo regresa la potencia a la fuente. Al igual que en el capacitor, la inductancia (bobina) toma potencia de la fuente, la usa y posteriormente la regresa y no la consume.

En este caso, en lugar de la resistencia ( $R$ ), se tiene una reactancia inductiva, la cual depende del número de espiras ( $N$ ), de la frecuencia ( $f$ ) y del flujo.



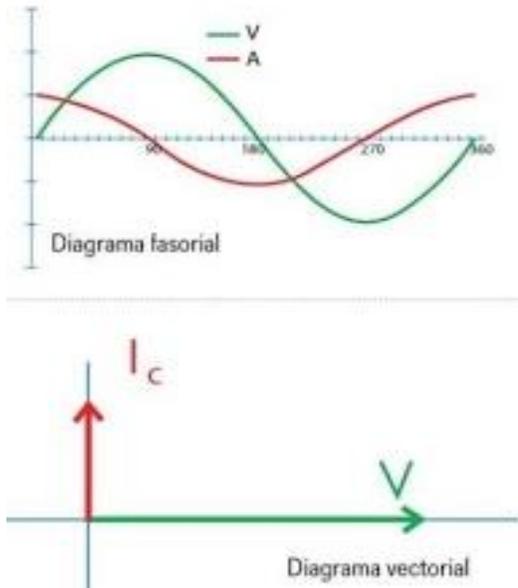
Ejemplos: bomba de agua, ventilador, transformador, taladros, lavadora, esmeril, etc.



Carga capacitiva:

La potencia que toma la carga en el primer medio ciclo de la fuente de corriente alterna la convierte en campo eléctrico, que en el siguiente medio ciclo regresa la potencia a la fuente. Es decir, que el capacitor se carga y descarga (toma potencia de la fuente, la usa y la regresa, pero no la consume).

En este caso no se habla de una resistencia ( $R$ ), sino de una reactancia capacitiva ( $X_c$ ), la cual depende de sus características físicas. La corriente depende de la tensión ( $V$ ) y de la reactancia capacitiva ( $X_c$ ), pero no se podría decir que la reactancia depende de la tensión y de la corriente. Si se eleva la tensión de ésta, también se eleva la reactancia y permanece constante.



### Carga resistiva:

Convierte la energía eléctrica en calorífica. La resistencia depende de la tensión y de la corriente. Como expresión matemática es cierta, pero como concepto puede estar lejos de la realidad, ya que la resistencia depende principalmente del material y de sus características físicas

Ejemplos: lámparas, tostadora, calentador eléctrico.



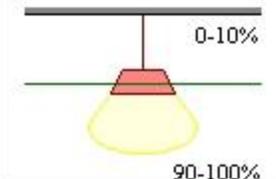
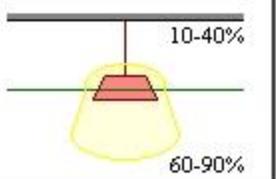
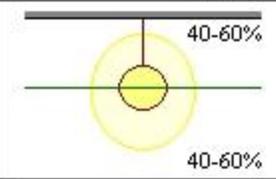
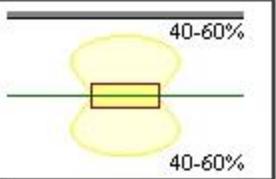
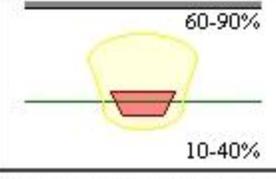
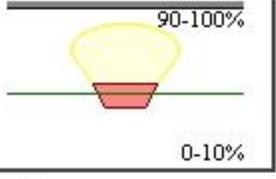
## Motor de AC

Un motor de corriente alterna es un equipo dispositivo eléctrico el cual convierte la energía eléctrica en mecánica, un motor de AC tiene dos partes básicas; un “estator” y un” rotor” el cual el estator esta como un componente eléctrico estacionario, y consiste de grupos de electroimanes individuales, el estator es la parte estacionaria del motor de AC, el rotor es el componente eléctrico giratorio. También consiste en un grupo de electroimanes dispuestos alrededor de un cilindro, con los polos mirando hacia los polos del estator. El rotor está ubicado dentro del estator y está montado en el eje del motor de AC. El termino rotor se deriva de la palabra rotación.

**Luminarias:** las luminarias son los dispositivos que transforman la energía eléctrica en luz, como ejemplos podemos mencionar focos incandescentes, lámparas fluorescentes, reflectores, leds, etc.

Clasificación de las luminarias según las características ópticas:

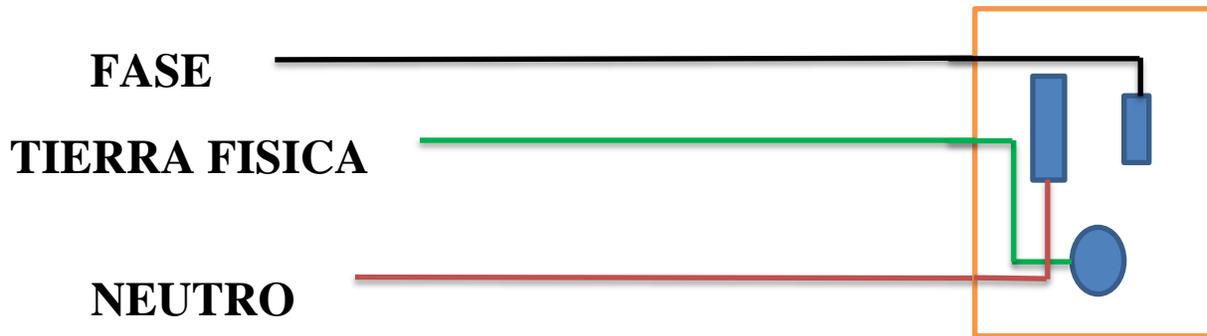
Una primera manera de clasificar las luminarias es según el porcentaje del flujo luminoso emitido por encima y por debajo del plano horizontal que atraviesa la lámpara. Es decir, dependiendo de la cantidad de luz que ilumine hacia el techo o al suelo. Según esta clasificación se distinguen seis clases.

Directa		Semi-directa	
General difusa		Directa-indirecta	
Semi-directa		Indirecta	

Clasificación CIE según la distribución de la luz

**Un contacto** es un dispositivo eléctrico con la finalidad de ser un puerto de toma corriente el cual su rango es tomado en cuenta desde 180 Watts asta 200watts como capacidad limite estos dispositivos se instalan siempre en hogares, residencias, industrias, oficinas etc. El contacto para suministrar la corriente debe estar conectado de la siguiente manera:

## CONTACTO



**El aire acondicionado:** es un equipo eléctrico el cual su principal funcionamiento es el enfriamiento de un espacio específico ya sea en una casa, oficina, un auditorio, recamaras, etc. Su unidad de medida es en BTU/H dependiendo la cantidad de toneladas se reflejara en el espacio de enfriamiento. Un aire además es capaz de producir aire limpio el cual circula en todo el espacio cerrado, y además controla su contenido de humedad. En condiciones ideales logra todo esto de manera simultánea.

Como enfriar significa eliminar calor, otro término utilizado para decir refrigeración, el aire acondicionado, obviamente este tema incluye a la refrigeración.

**La bomba de agua** es el dispositivo eléctrico que permite el flujo de líquido a través de tuberías especiales para suministrar o abastecer el agua de un punto hasta otro punto como por ejemplo en una cisterna el cual la bomba de agua hace que fluya el agua de abajo para arriba hasta llegar al tinaco ubicado en la azotea de una casa.

Las bombas de agua son responsables de hacer circular el líquido refrigerante a través del bloque de motor, radiador, culata, etc. Así mismo deben asegurar una obturación óptima, ya que las pérdidas de refrigerante ocasionarían calentamientos del motor que podrían causar averías cuantiosas en el peor de los casos. Hoy en día las bombas de agua modernas son de fundición de aluminio como los motores de los vehículos.

En las instalaciones del edificio “diario de Chiapas” se efectuó un censo de cargas, para la obtención de información para el cálculo de capacidad del transformador a instalar.

En los inmuebles se encontraron:



Figura 3.1.1 Lámpara tipo panel



Figura 3.1.2 Lámpara tipo campana



Figura 3.1.3 Aire acondicionado



Figura 3.1.4 Contactos



Figura 3.1.5 Lámpara fluorescente



Figura 3.1.6 Lámpara interior.



Figura 3.1.7 Lámpara LED de techo



Figura 3.1.8 Motor



Figura 3.1.9 Ventilador



Figura 3.1.10 Reflector 200 w



Figura 3.1.11 Reflector LED tipo estaca

El factor de demanda es un porcentaje por el cual la carga total conectada en un servicio o alimentador se multiplica para determinar la mayor carga probable que se le puede pedir a la instalación.

El Factor de demanda es expresado como un porcentaje (%) o en decimales (menos de 1).

El factor de demanda es siempre  $\leq 1$ .

El Factor de demanda siempre cambia con el tiempo, las horas de uso y por o tanto no será constante.

La carga conectada siempre se conoce, por lo que será fácil calcular la demanda máxima si se conoce el factor de demanda de un determinado suministro en diferentes intervalos de tiempo y estaciones.

Cuanto menor sea el factor de demanda, menor será la capacidad del sistema requerida para atender la carga conectada.

**Factor de demanda = demanda máxima / carga total instalada.**

Para calcular el factor de demanda se debe tomar en cuenta las cargas continuas y no continuas. Las cargas continuas son aquellos equipos o dispositivos eléctricos el cual después de las tres horas de funcionamiento se consideran cargas continuas y los que funcionan por debajo de las tres horas se consideran cargas no continuas.

Tipo de inmueble	Parte de la carga de alumbrado a la que se aplica el factor de demanda (VA)	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 bloques de apartamentos sin cocina*	Primeros 20 000 o menos	50
	De 20 001 a 100 000	40
	A partir de 1 00000	30
Unidades de vivienda	Primeros 3 000 o menos	100
	De 3 001 a 120 000	35
	A partir de 120 000	25
Todos los demás	Total VA	100

\* Los factores de demanda de esta Tabla no se aplican a la carga calculada de los alimentadores a las zonas de hospitales, hoteles y moteles en las que es posible que se deba utilizar todo el alumbrado al mismo tiempo, como quirófanos, comedores y salas de baile.

En las siguientes tablas se presenta el cálculo del factor de demanda ya considerando las cargas continuas y no continuas dentro del cuadro de cargas instaladas en el edificio del diario de Chiapas

calculo de factor de demanda para cada tablero

$$FD = \frac{DEMANDA\ MAXIMA}{CARGA\ TOTAL\ INSTALADA} = 0.77$$

FD= Factor de Demanda  
Dmx= 9055  
CTI= 11801

CUADRO DE CARGA DEL TABLERO "B" TALLER																
TIPO DE TABLERO:		NQOD304L12S			VOLTAJE:		220 V									
CIRCUITOS:		30			FRECUENCIA:		60 HZ									
CORRIENTE DE LAS BARRAS:		100 A			ICC:		35 KA									
SISTEMA:		3F - 4H			INT. PRINCIPAL:		3 X 100 A (ZAPATAS PRINCIPAL)									
CIRCUITO	UBICACIÓN EN PLANO	LAMPARAS			CONTACTOS		ESPECIALES			POTENCIAL TOTAL W	TENSION V	CORRIENTE A	ITM		CONDUCTORA WG	TIERRA
		PANEL 30 W	FOCO LED	REFLECTORES	180 W	ALIMENTACION TAB.C	1.5 T.R	ALIMENTACION	MOTOR 1 H.P				MOTOR 3/4 H.P	POLOS		
1,3	LUMINARIAS TALLER			2						400	220	2.02	2	15	12	14
2,4	LUMINARIAS TALLER			2						400	220	2.02	2	15	12	14
5,7	LUMINARIAS TALLER			2						400	220	2.02	2	15	12	14
6,8	LUMINARIAS TALLER			2						400	220	2.02	2	15	12	14
9	ALIMENTACION TAB VIGILANCIA					1				600	127	5.25	1	15	12	14
10	ALUMBRADO EXTERIOR			3						600	127	5.25	1	15	12	14
11	ALUMBRADO C.OBSCUROS	10	10							450	127	3.94	1	15	12	14
12	CONTACTO CORTINA ENTREGA								1	560	127	4.90	1	20	10	12
13	CONTACTO CORTINA TALLER							1		746	127	6.53	1	20	10	12
14	CONTACTOS TALLER				8					1440	127	12.60	1	20	10	12
15	CONTACTOS CUARTO OSCURO				8					1440	127	12.60	1	20	10	12
16,18	CLIMA 1						1			1620	220	8.18	2	20	10	12
17,19	CLIMA 2						1			1620	220	8.18	2	20	10	12
20,22,24	CONTACTO ESPECIAL C. OSCURO							1		375	220	1.89	2	15	10	14
21,23,25	CONTACTO ESPECIAL C. OSCURO							1		375	220	1.89	2	15	10	14
26,28	CONTACTO ESPECIAL C. OSCURO							1		375	220	1.89	2	15	10	14
TOTAL										11801	220	34.41	3	100	1/0	8

calculo de factor de demanda para cada tablero

$$FD = \frac{DEMANDA\ MAXIMA}{CARGA\ TOTAL\ INSTALADA} = 0.37$$

FD= Factor de Demanda

Dmx= 210

CTI= 570

**CUADRO DE CARGA DEL TABLERO "C" VIGILANCIA**

TIPO DE TABLERO:	QOD6	VOLTAJE:	127 V
CIRCUITOS:	6	FRECUENCIA:	60 HZ
CORRIENTE DE LAS BARRAS:	100 A	ICC:	10 KA
SISTEMA:	1F - 3H	INT. PRINCIPAL:	1 X 30 A

CIRCUITO	UBICACION EN PLANO	LAMPARAS				CONTACTOS		POTENCIAL TOTAL W	TENSION V	CORRIENTE A	ITM		CONDUCTOR AWG	TIERRA
		PANEL 30 W	FOCO LED	BARRAS LED	FOCO 15 W	180 W	180 W GFCI				POLOS	AMPERES		
1	CONTACTOS INTERIOR					2		360	127	3.15	1	20	10	12
2	LUMINARIA INTERIOR		2					30	127	0.26	1	15	12	14
3	LUMINARIA EXTERIOR	3						90	127	0.79	1	15	12	14
4	LUMINARIA C.ELECTRICO			3				90	127	0.79	1	15	12	14
<b>TOTAL</b>								<b>570</b>	<b>127</b>	<b>4.99</b>	<b>1</b>	<b>30</b>	<b>8</b>	<b>10</b>

calculo de factor de demanda para cada tablero

$$FD = \frac{DEMANDA\ MAXIMA}{CARGA\ TOTAL\ INSTALADA} = 1.00$$

FD= Factor de Demanda

Dmx= 72459

CTI= 72459

CIRCUITO		UBICACIÓN EN PLANO		CARGAS ESPECIALES							POTENCIAL TOTAL W	TENSION V	CORRIENTE A	ITM		CONDUCTOR AWG	TIERRA
		TAB D	TAB F	TAB G	TAB H	SITE	BOGAR						POLOS	AMPERES			
25,27,29	CUARTO ELECTRICO SOTANO	1								7748	220	39.13	3	60	4	10	
26,28,30	CUARTO ELECTRICO SOTANO		1							14976	220	75.64	3	100	2	8	
31,33,35	CUARTO ELECTRICO SOTANO			1						11085	220	55.98	3	100	2	8	
32,34,36	CUARTO ELECTRICO SOTANO				1					12170	220	61.46	3	100	2	8	
37,39,41	CUARTO ELECTRICO SOTANO					1				20880	220	105.45	3	100	2	8	
38,40,42	CUARTO ELECTRICO SOTANO						1			5600	220	28.28	3	100	2	8	
<b>TOTAL</b>										<b>72459</b>	<b>220</b>	<b>211.28</b>	<b>3</b>	<b>400</b>	<b>1/0</b>	<b>2</b>	

calculo de factor de demanda para cada tablero

$$FD = \frac{DEMANDA\ MAXIMA}{CARGA\ TOTAL\ INSTALADA} = 0.85$$

FD= Factor de Demanda

Dmx= 12696

CTI= 14976

CUADRO DE CARGA DEL TABLERO "F"																	
TIPO DE TABLERO:		NQOD304L12				VOLTAJE:		220 V									
CIRCUITOS:		30				FRECUENCIA:		60 HZ									
CORRIENTE DELAS BARRAS:		100 A				ICC:		10 KA									
SISTEMA:		3F - 4H				INT. PRINCIPAL:		3X100 (ZAPATAS PRINCIPALES)									
		30	30	15	30	50	20	180	6	100	130						
CIRCUITO	UBICACIÓN EN PLANO	LAMPARAS					NTACT	LUM. ESPECIALES			POTENCIAL TOTAL W	TENSION V	CORRIENTE A	ITM		CONDUCTOR AWG	TIERRA
		PANEL 30 W	CAMPANAS 30 W	LUMINARIA LED	SPOT 30 W	SPOT 40 W	FOCO 20 W	180 W	TIRAS LED 5 W	PANEL 15X15				PANEL 128 W	POLOS		
1	SEGUNDO NIVEL	2	2	2	11						480	127	4.20	1	15	12	14
2	SEGUNDO NIVEL				10					3	690	127	6.04	1	15	12	14
3	SEGUNDO NIVEL		3	3	10		1			2	715	127	6.26	1	15	12	14
4	SEGUNDO NIVEL			3	11	5			1	2	985	127	8.62	1	15	12	14
5	SEGUNDO NIVEL				10	3				3	840	127	7.35	1	15	12	14
6	SEGUNDO NIVEL				10						300	127	2.62	1	15	12	14
7	SEGUNDO NIVEL			2		6	2				370	127	3.24	1	15	12	14
8	SEGUNDO NIVEL						5				900	127	7.87	1	20	10	12
9	SEGUNDO NIVEL						4				720	127	6.30	1	20	10	12
10	SEGUNDO NIVEL						4				720	127	6.30	1	20	10	12
11	SEGUNDO NIVEL						3				540	127	4.72	1	20	10	12
12	SEGUNDO NIVEL						3				540	127	4.72	1	20	10	12
13	SEGUNDO NIVEL						3				540	127	4.72	1	20	10	12
14	SEGUNDO NIVEL						4				720	127	6.30	1	20	10	12
15	SEGUNDO NIVEL	4			15						570	127	4.99	1	15	12	14
16	SEGUNDO NIVEL	4			6						300	127	2.62	1	15	12	14
17	SEGUNDO NIVEL						2				360	127	3.15	1	20	10	12
18	SEGUNDO NIVEL					6	2				660	127	5.77	1	20	10	12
19	SEGUNDO NIVEL										0	127	0.00	1	20	10	12
20	SEGUNDO NIVEL						1				180	127	1.57	1	20	10	12
21	SEGUNDO NIVEL						4				720	127	6.30	1	20	10	12
22	SEGUNDO NIVEL						3				540	127	4.72	1	20	10	12
23	SEGUNDO NIVEL						6				1080	127	9.45	1	20	10	12
24	SEGUNDO NIVEL										0	127	0.00	1	20	10	12
25	SEGUNDO NIVEL						4				720	127	6.30	1	20	10	12
26	SEGUNDO NIVEL						4				720	127	6.30	1	20	10	12
27	SEGUNDO NIVEL							11			66	127	0.58	1	15	12	14
<b>TOTAL</b>											<b>14976</b>	<b>220</b>	<b>43.67</b>	<b>3</b>	<b>100</b>	<b>2</b>	<b>8</b>

calculo de factor de demanda para cada tablero

$$FD = \frac{DEMANDA\ MAXIMA}{CARGA\ TOTAL\ INSTALADA} = 0.84$$

FD= Factor de Demanda

Dmx= 6488

CTI= 7748

CUADRO DE CARGA DEL TABLERO "D"															
TIPO DE TABLERO:		NQOD304L12				VOLTAJE:		220 V							
CIRCUITOS:		30				FRECUENCIA:		60 HZ							
CORRIENTE DE LAS BARRAS:		100 A				ICC:		10 KA							
SISTEMA:		3F - 4H				INT. PRINCIPAL:		3X60 (ZAPATAS PRINCIPALES)							
		30	30	10	6	30	15	180	180						
CIRCUITO	UBICACION EN PLANO	PANEL 30 W	LAMPARAS				CONTACTOS		POTENCIAL TOTAL W	TENSION V	CORRIENTE A	ITM		CONDUCTOR AWG	TIERRA
			CAMPANAS 30 W	ESTACAS 10 W	LYXS REDONDO EMP. PISO 6 W	SPOT 30 W	FOCO 15 W	180 W				180 W GFCI	POLOS		
1	ACCESO, AUDIT, SITE Y PN	7	11				2		570	127	4.99	1	15	12	14
2	CONTABILIDAD, W.C, FACTURACION	6	7						390	127	3.41	1	15	12	14
3	GENERAL PRIMER NIVEL Y PB.	16	22						1140	127	9.97	1	15	12	14
4	ACCESO, JARDINERA			14	8				188	127	1.64	1	15	12	14
5	ESTACIONAMIENTO						4		720	127	6.30	1	20	10	12
6	GENERAL PRIMER NIVEL	16				10			780	127	6.82	1	20	10	12
7	AUDITORIO						7		1260	127	11.02	1	20	8	12
8	AUDITORIO						8		1440	127	12.60	1	20	12	12
9	CONTABILIDAD						4		720	127	6.30	1	20	12	12
10	BAÑOS							3	540	127	4.72	1	20	10	12
<b>TOTAL</b>									<b>7748</b>	<b>220</b>	<b>22.59</b>	<b>3</b>	<b>60</b>	<b>6</b>	<b>10</b>

calculo de factor de demanda para cada tablero

$$FD = \frac{DEMANDA\ MAXIMA}{CARGA\ TOTAL\ INSTALADA} = 0.91$$

FD= Factor de Demanda

Dmx= 18900

CTI= 20880

CUADRO DE CARGA DEL TABLERO "RS"

TIPO DE TABLERO:		NQOD304AB22S					VOLTAJE:		220 V				
CIRCUITOS:		30					FRECUENCIA:		60 HZ				
CORRIENTE DE LAS BARRAS:		100 A					ICC:		10 KA				
SISTEMA:		3F - 4H					INT. PRINCIPAL:		3X100 (ZAPATAS PRINCIPALES)				
		180	180	180	7920	6840							
CIRCUITO	UBICACION EN PLANO	CONTACTOS			ESPECIALES		POTENCIAL TOTAL W	TENSION V	CORRIENTE A	ITM		CONDUCTOR AWG	TIERRA
		180 W	180 W GFCI	180 REG.	CARGA TAB ER	CARGA TAB TR				POLOS	AMPERES		
1	ESTUDIO TV, RADIO			2			360	127	3.15	1	15	12	14
2	SITE			1			180	127	1.57	1	15	12	14
3	TALLER CUARTOS OSCUROS			10			1800	127	15.75	1	15	12	14
4	SITE			1			180	127	1.57	1	15	12	14
5,7	ALIMENTACION TAB TR					1	6840	127	59.84	1	15	12	14
6	SITE			1			180	127	1.57	1	15	12	14
8	SITE			1			180	127	1.57	1	15	12	14
9,11	ALIMENTACION TAB ER				1		7920	127	69.29	3	15	12	14
10	SITE, FACTURACION			8			1440	127	12.60	1	15	12	14
12	RADIO, CONTABILIDAD			6			1080	127	9.45	1	15	12	14
13	RESERVA						0	220	0.00	1	15	12	14
14	SITE			4			720	220	3.64	1	15	12	14
<b>TOTAL</b>							<b>20880</b>	<b>220</b>	<b>60.88</b>	<b>3</b>	<b>100</b>	<b>2</b>	<b>8</b>

calculo de factor de demanda para cada tablero

$$FD = \frac{DEMANDA\ MAXIMA}{CARGA\ TOTAL\ INSTALADA} = 0.80$$

FD= Factor de Demanda

Dmx= 6300

CTI= 7920

CUADRO DE CARGA DEL TABLERO "ER"													
TIPO DE TABLERO:		NQOD203L11				VOLTAJE:		220 V					
CIRCUITOS:		30				FRECUENCIA:		60 HZ					
CORRIENTE DE LAS BARRAS:		100 A				ICC:		10 KA					
SISTEMA:		1F-3H				INT. PRINCIPAL:		2X100 (ZAPATAS PRINCIPALES)					
		180	180	180	993	780							
CIRCUITO	UBICACIÓN EN PLANO	CONTACTOS			ESPECIALES		POTENCIAL TOTAL W	TENSION V	CORRIENTE A	ITM		CONDUCTOR AWG	TIERRA
		180 W	180 W GFCI	180 REG.						POLOS	AMPERES		
1	FORMACION Y DISEÑO			6			1080	127	9.45	1	20	10	12
2	GERENTE Y SUB-DIRECCION			7			1260	127	11.02	1	20	10	12
3	FORMACION Y DISEÑO			5			900	127	7.87	1	20	10	12
4	FORMACION Y DISEÑO			4			720	127	6.30	1	20	10	12
5	FORMACION Y DISEÑO			7			1260	127	11.02	1	20	10	12
6	EDITOR DEPORTES			6			1080	127	9.45	1	20	10	12
7	JEFE REDACCION Y EDITOR SOC.			2			360	127	3.15	1	20	10	12
8	EDIT. CULTURAL Y EDIT. ROJA			7			1260	127	11.02	1	20	10	12
<b>TOTAL</b>							<b>7920</b>	<b>220</b>	<b>40</b>	<b>1</b>	<b>60</b>	<b>6</b>	<b>10</b>

calculo de factor de demanda para cada tablero

$$FD = \frac{DEMANDA\ MAXIMA}{CARGA\ TOTAL\ INSTALADA} = 0.90$$

FD= Factor de Demanda

Dmx= 10000

CTI= 11085

CUADRO DE CARGA DEL TABLERO "G" AZOTEA														
TIPO DE TABLERO:		NQOD304L12					VOLTAJE:		220 V					
CIRCUITOS:		30					FRECUENCIA:		60 HZ					
CORRIENTE DE LAS BARRAS:		100 A					ICC:		42 kA					
SISTEMA:		3F - 4H					INT. PRINCIPAL:		3 X 100 A					
		1085	1620	2000	3000	5000	993	780						
CIRCUITO	UBICACIÓN EN PLANO						POTENCIAL TOTAL W	TENSION V	CORRIENTE A	ITM		CONDUCTORAWG	TIERRA	
		1 T.R	1.5 T.R	2 T.R	3 T.R	5 T.R				POLOS	AMPERES			
1,3	AZOTEA CLIMA 6			1			2000	220	10.10	2	15	10	14	
5,7	AZOTEA CLIMA 7				1		3000	220	15.15	2	20	10	12	
9,11	AZOTEA CLIMA 8	1					1085	220	5.48	2	15	12	14	
13,15	AZOTEA CLIMA 9					1	5000	220	25.25	2	30	8	10	
<b>TOTAL</b>							<b>11085</b>	<b>220</b>	<b>32.32</b>	<b>3</b>	<b>100</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	

calculo de factor de demanda para cada tablero

$$FD = \frac{DEMANDA\ MAXIMA}{CARGA\ TOTAL\ INSTALADA} = 0.82$$

FD= Factor de Demanda

Dmx= 5580

CTI= 6840

CUADRO DE CARGA DEL TABLERO "TR"											
TIPO DE TABLERO:	NQOD203L11			VOLTAJE:	220 V						
CIRCUITOS:	30			FRECUENCIA:	60 HZ						
CORRIENTE DE LAS BARRAS:	100 A			ICC:	10 KA						
SISTEMA:	1F-3H			INT. PRINCIPAL:	2X100 (ZAPATAS PRINCIPALES)						
CIRCUITO	UBICACIÓN EN PLANO	CONTACTOS			POTENCIAL TOTAL W	TENSION V	CORRIENTE A	ITM		CONDUCTOR AWG	TIERRA
		180 W	180 W GFCI	180 REG.				POLOS	AMPERES		
3	SEGUNDO NIVEL 3ER N		10		1800	127	15.75	1	20	10	12
4	ESTANCIA		3		540	127	4.72	1	20	10	12
5	RECAMARA 1		5		900	127	7.87	1	20	10	12
6	ESTANCIA		6		1080	127	9.45	1	20	10	12
7	RECAMARA 2 3ER N		5		900	127	7.87	1	20	10	12
8	COCINA		5		900	127	7.87	1	20	12	12
9	BAR		4		720	127	6.30	1	20	12	12
	RESERVA				0	127	0.00	1	15	12	14
	<b>TOTAL</b>				<b>6840</b>	<b>220</b>	<b>34.55</b>	<b>1</b>	<b>60</b>	<b>6</b>	<b>10</b>

calculo de factor de demanda para cada tablero

$$FD = \frac{DEMANDA\ MAXIMA}{CARGA\ TOTAL\ INSTALADA} = 0.91$$

FD= Factor de Demanda  
 Dmx= 11085  
 CTI= 12170

CUADRO DE CARGA DEL TABLERO "G" AZOTEA													
TIPO DE TABLERO:		NQOD304L12					VOLTAJE:		220 V				
CIRCUITOS:		30					FRECUENCIA:		60 HZ				
CORRIENTE DE LAS BARRAS:		100 A					ICC:		42 kA				
SISTEMA:		3F - 4H					INT. PRINCIPAL:		3 X 100 A				
		1085	1620	2000	3000	5000	993	780					
CIRCUITO	UBICACIÓN EN PLANO						POTENCIAL TOTAL W	TENSION V	CORRIENTE A	ITM		CONDUCTOR AWG	TIERRA
		1 T.R	1.5 T.R	2 T.R	3 T.R	5 T.R				POLOS	AMPERES		
1,3	AZOTEA CLIMA 6			1			2000	220	10.10	2	15	10	14
5,7	AZOTEA CLIMA 7				1		3000	220	15.15	2	20	10	12
9,11	AZOTEA CLIMA 8	1					1085	220	5.48	2	15	12	14
13,15	AZOTEA CLIMA 9					1	5000	220	25.25	2	30	8	10
<b>TOTAL</b>							<b>11085</b>	<b>220</b>	<b>32.32</b>	<b>3</b>	<b>100</b>	<b>2</b>	<b>8</b>

calculo de factor de demanda para cada tablero

$$FD = \frac{DEMANDA\ MAXIMA}{CARGA\ TOTAL\ INSTALADA} = 0.95$$

FD= Factor de Demanda

Dmx= 11561

CTI= 12170

CUADRO DE CARGA DEL TABLERO "H" AZOTEA													
TIPO DE TABLERO:		NQOD304L12					VOLTAJE:		220 V				
CIRCUITOS:		30					FRECUENCIA:		60 HZ				
CORRIENTE DE LAS BARRAS:		100 A					ICC:		42 kA				
SISTEMA:		3F - 4H					INT. PRINCIPAL:		3 X 100 A				
		1085	1620	2000	3000	5000							
CIRCUITO	UBICACIÓN EN PLANO	1 T.R	1.5 T.R	2 T.R	3 T.R	5 T.R	POTENCIAL TOTAL W	TENSION V	CORRIENTE A	ITM		CONDUCTORAWG	TIERRA
										POLOS	AMPERES		
1,3	AZOTEA CLIMA 1				1		3000	220	15.15	1	20	8	12
10,12	AZOTEA CLIMA 2					1	5000	220	25.25	1	30	8	10
13,15	AZOTEA CLIMA 3	1					1085	220	5.48	1	15	12	14
22,24	AZOTEA CLIMA 4			1			2000	220	10.10	1	20	10	12
25,27	AZOTEA CLIMA 5	1					1085	220	5.48	1	15	12	14
<b>TOTAL</b>							<b>12170</b>	<b>220</b>	<b>35.49</b>	<b>3</b>	<b>100</b>	<b>2</b>	<b>8</b>

calculo de factor de demanda para cada tablero

$$FD = \frac{DEMANDA\ MAXIMA}{CARGA\ TOTAL\ INSTALADA} = 0.96$$

FD= Factor de Demanda

Dmx= 53502

CTI= 55857

CUADRO DE CARGA DEL TABLERO "K"																			
TIPO DE TABLERO:		NQ0D304AB22S				VOLTAJE:		220 V											
CIRCUITOS:		30				FRECUENCIA:		60 HZ											
CORRIENTE DE LAS BARRAS:		225 A				ICC:		42 kA											
SISTEMA:		3F - 4H				INT. PRINCIPAL:		3X 225A (KAL36225)											
CIRCUITO	UBICACIÓN EN PLANO	LAMPARAS			CONTACTOS		AIRE ACONDICIONADO			ESPECIALES			POTENCIAL TOTAL W	TENSION V	CORRIENTE A	ITM		CONDUCTOR AWG	TIERRA
		PANEL 30 W	CAMPANAS 30 W	REFLECTORES	TIPO SPOT 30	180 W	180 W GFCI	1 T.R	1.5 T.R	2 T.R	CARGA TAB N	BOMBA				CARGA TAB M	POLOS		
1	LUMINARIA BODEGA PAPEL	2	6		2								300	127	2.62	1	15	12	14
2	LUMINARIA EXTERIOR	1			5								180	127	1.57	1	15	12	14
3	LUMINARIAS PASILLO	9											270	127	2.36	1	15	12	14
4,6	CLIMA 1 BODEGA PAPEL							1					1085	220	5.48	2	15	10	14
5,7	LUMINARIAS 220			8									1600	220	8.08	2	15	10	14
8,10	CLIMA 2 BODEGA PAPEL						1						1085	220	5.48	2	15	12	14
9	CONTACTOS ESTUDIO TV				10								1800	127	15.75	1	15	12	14
11	CONTACTOS CAMERINO, PAPEL				7	2							1620	127	14.17	1	15	12	14
12,14	CLIMA 3 CAMERINO						1						1085	220	5.48	1	15	12	14
13	BOMBA DE AGUA									1			1000	127	8.75	1	20	12	12
15,17	CLIMA 4 RECEPCION						1						1085	220	5.48	1	15	10	14
16,18	CLIMA 5 ESTUDIO TV						1						1085	220	5.48	1	15	10	14
19,21	CLIMA 6 RADIO CABINA						1						1085	220	5.48	1	15	10	14
20,22,24	ALIMENTACION TAB M										1		20152	220	101.78	3	100	2	8
23,25	CLIMA 7 RADIO CABINA						1						1085	220	5.48	2	15	12	14
26,28,30	ALIMENTACION TAB N										1		19340	220	97.68	3	100	2	8
27,29	CLIMA 8 ESTUDIO TV								1				2000	220	10.10	2	20	8	12
<b>TOTAL</b>													<b>55857</b>	<b>220</b>	<b>162.87</b>	<b>3</b>	<b>225</b>	<b>250</b>	<b>2</b>

calculo de factor de demanda para cada tablero

$$FD = \frac{DEMANDA\ MAXIMA}{CARGA\ TOTAL\ INSTALADA} = 0.90$$

FD= Factor de Demanda

Dmx= 17435

CTI= 19340

CUADRO DE CARGA DEL TABLERO "N" PRIMER NIVEL																			
TIPO DE TABLERO:		NQOD430L100CU					VOLTAJE:		220V										
CIRCUITOS:		30					FRECUENCIA:		60 HZ										
CORRIENTE DE LAS BARRAS:		225 A					ICC:		42 kA										
SISTEMA:		3F - 4H					INT. PRINCIPAL:		3 X 100 A										
		30	30	15	180	180	180	1085	1620	2000	3000	5000							
CIRCUITO	UBICACION EN PLANO	LAMPARAS			CONTACTOS			AIRE ACONDICIONADO					POTENCIAL TOTAL W	TENSION V	CORRIENTE A	ITM		CONDUCTOR AWG	TIERRA
		PANEL 30 W	CAMPANAS 30 W	ARBOTANTE 15 W	180 W	180 W GFCI	180 REG.	1 T.R	1.5 T.R	2 T.R	3 T.R	5 T.R				POLOS	AMPERES		
1	PRIMER NIVEL	7	8	1									465	127	4.07	1	15	12	14
2	PRIMER NIVEL				5								900	127	7.87	1	20	10	12
3	PRIMER NIVEL				4								720	127	6.30	1	20	10	12
4	PRIMER NIVEL				3	1							720	127	6.30	1	20	10	12
5	BAÑOS PRIMER NIVEL					2							360	127	3.15	1	20	10	12
6	PRIMER NIVEL				4								720	127	6.30	1	20	10	12
7	PRIMER NIVEL				3								540	127	4.72	1	20	10	12
8	PRIMER NIVEL				6								1080	127	9.45	1	20	10	12
9,11	JEFE DIRECCION							1					1085	220	5.48	2	20	10	12
10,12	EDITOR SOCIALES							1					1085	220	5.48	2	20	10	12
13,15	GERENTE C.							1					1085	220	5.48	2	20	10	12
14,16	EDITOR CULTURAL							1					1085	220	5.48	2	20	10	12
17,19	JEFE REDACCION							1					1085	220	5.48	2	20	10	12
18,20	EDITOR ROJA								1				1620	220	8.18	2	20	10	12
21,23	FORMACION Y DISEÑO									1			3000	220	15.15	2	30	8	10
22,24	EDITOR ESPECT.							1					1085	220	5.48	2	20	10	12
25,27	SALA DE JUNTAS								1				1620	220	8.18	2	20	10	12
26,28	EDITOR DEPORTES							1					1085	220	5.48	2	20	10	12
29	RESERVA												0	127	0.00	1	15	12	14
30	RESERVA												0	127	0.00	1	15	12	14
													0	127	0.00	1	15	12	14
	TOTAL												19340	220	56.39	3	100	2	8

calculo de factor de demanda para cada tablero

$$FD = \frac{DEMANDA\ MAXIMA}{CARGA\ TOTAL\ INSTALADA} = 0.89$$

FD= Factor de Demanda

Dmx= 17842

CTI= 20152

CUADRO DE CARGA DEL TABLERO "M" PLANTA BAJA																		
TIPO DE TABLERO:		NQOD430L100CU					VOLTAJE:		220 V									
CIRCUITOS:		30					FRECUENCIA:		60 HZ									
CORRIENTE DE LAS BARRAS:		225 A					ICC:		42 kA									
SISTEMA:		3F - 4H					INT. PRINCIPAL:		3 X 100A (ZAPATAS PRINCIPALES)									
CIRCUITO	UBICACION EN PLANO	LAMPARAS					CONTACTOS					POTENCIAL TOTAL W	TENSION V	CORRIENTE A	ITM		CONDUCTOR AWG	TIERRA
		PANEL 30 W	REFLECTORES	LWS REDONDO EMP. PISO 6 W	BAÑADORES LED	VENTILADOR	180 W	180 REG.	1 T.R	1.5 T.R	3 T.R				POLOS	AMPERES		
1	AUDITORIO	5									150	127	1.31	1	15	12	14	
2	CONTABILIDAD	5									150	127	1.31	1	15	12	14	
3	ACCESO, RECEPCION	10	2	5							392	127	3.43	1	15	12	14	
4	LUMIN. EXTERIOR	4									80	127	0.70	1	15	12	14	
5	VENTILADORES					2					150	127	1.31	1	15	12	14	
6		4									80	127	0.70	1	15	12	14	
7	CONTACTO TV							3			540	127	4.72	1	20	12	12	
8	CONTACTO CAFETERIA					5					900	127	7.87	1	20	12	12	
9	CONTABILIDAD					5					900	127	7.87	1	20	12	12	
10	ARCHIVO					3					540	127	4.72	1	20	12	12	
11,13	CLIMA 1 AUDITORIO								1		3000	220	15.15	1	30	10	10	
12,14	CLIMA 3 PUBLICIDAD							1			1085	220	5.48	2	15	10	14	
15,17	CLIMA 2 AUDITORIO								1		3000	220	15.15	2	30	10	10	
16,18	CLIMA 4 CONTABILIDAD								1		1620	220	8.18	2	20	10	12	
19,21	CLIMA 5 ENTRADA SITE							1			1085	220	5.48	2	20	10	12	
20,22	CLIMA 6 FACTURACION								1		1620	220	8.18	2	20	10	12	
23,25	CLIMA 7 SITE								1		1620	220	8.18	2	20	10	12	
24,26	CLIMA 8 CONTABILIDAD								1		1620	220	8.18	2	20	10	12	
27,29	CLIMA 9 SITE								1		1620	127	14.17	1	20	10	12	
28	RESERVA										0	127	0.00	1	15	12	14	
30	RESERVA										0	127	0.00	1	15	12	14	
<b>TOTAL</b>											<b>20152</b>	<b>220</b>	<b>58.76</b>	<b>3</b>	<b>100</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	

De acuerdo a las tablas anteriores la carga total instalada es 250 KW como no todas las cargas estarán funcionando al mismo tiempo, la demanda contratada con CFE es 149 KW.

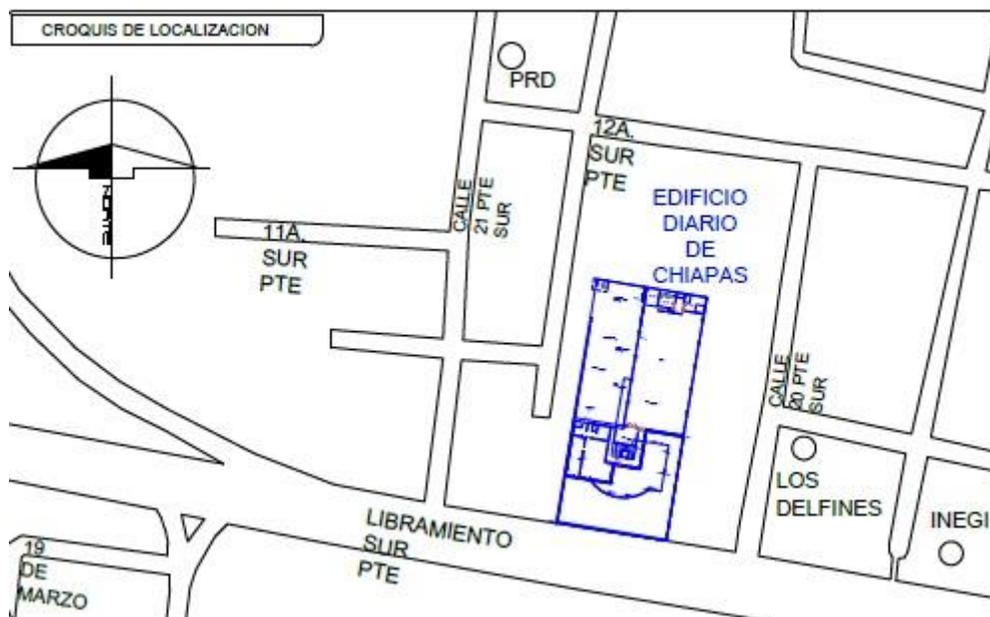


## 3.2 Cálculos

### 3.2.1 Generalidades

Propiedad: Diario de Chiapas

Esta obra se localiza en Libramiento sur poniente #1449 entre 20 poniente y 21 poniente sur, Col. Penipak Tuxtla Gutiérrez Chiapas.



**Figura 3.2.1.1** Croquis de localización

La obra consta de un ramal primario subterráneo de alta tensión de 15 m, el cual alimenta una subestación de tipo pedestal, localizada en las inmediaciones del inmueble.

Las instalaciones son nuevas de alumbrado, contactos y fuerza alimentado por una subestación de la capacidad de 225 KVA 13200/220-127 V, para operar en forma particular con medición en baja tensión.

### 3.2.2 Cálculo y Tipo de la subestación

De acuerdo a la carga total instalada y considerando un factor de potencia de 90% se obtuvo la capacidad de la subestación mediante la siguiente formula:

$$KVA = \frac{KW_{total}}{0.9} \times f.p. = \text{Capacidad mínima requerida para la subestación}$$

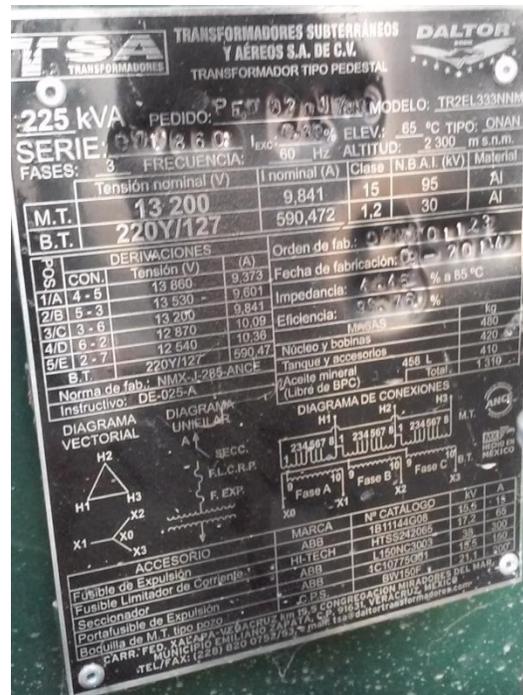
Dónde:

KW= carga total instalada en KW.

0.9= Factor de potencia.

$$KVA = \frac{250}{0.9} \times 0.6 = 166.66 \text{ KVA}$$

#### Datos de placa



## Factor de demanda

El factor de demanda es la relación entre la suma de la demanda máxima de un sistema (o parte de un sistema) y la carga total conectada en el sistema (o parte del sistema) bajo consideración. El factor de demanda es siempre menos de uno.

*Factor de demanda = demanda máxima / carga total instalada.*

De acuerdo a los resultados anteriores, se seleccionó de acuerdo a la tabla 3.2.1.1 la subestación con capacidad de 225 KVA, 3F-3H para alimentar la carga.

Monofásicos KVA	Trifásicos KVA
25	45
37.5	75
50	112.5
75	150
100	225
167	300
	500

**Tabla 3.2.2.1** capacidad de subestaciones

De acuerdo a lo anterior se instaló en el lugar idóneo la subestación eléctrica tipo pedestal en las inmediaciones del inmueble, clase intemperie 132000/220-127 volts, montada en condiciones de construcción apegadas a lo establecido en la NOM-001-SEDE-2012.

### ESPECIFICACIONES:

CAPACIDAD	225 KVA
SERIE	T-PE-7887
ALTA TENSIÓN	13200V
BAJA TENSIÓN	220/127 V
RELACIÓN DE VOLTAJE	13200-220/127 V
FRECUENCIA DE OPERACIÓN	60 HZ
CLASE DE ENFRIAMIENTO	ACEITE (ONAN)
SERVICIO	INTERPERIE
CONEXIÓN	DELTA-ESTRELLA
DISEÑO DE OPERACIÓN	2300 MSNM
OPERACIÓN	RADIAL
PESO	1800 KG
% IMPEDANCIA	<3.3%
EFICIENCIA	>98%

Con una sobreelevación de temperatura de 65 °C, sobre una media de 30 °C y una máxima de 40 °C, con 4 derivaciones de 2.5% cada una, dos arriba y dos abajo del voltaje nominal.

El transformador al ser puesto en operación, cuenta con las normas aplicables:

CFE K0000-07

CFE K0000-08

NOM-002-SEDE/ENER-2014

NMX-J-123-ANCE

NMX-J-169-ANCE

NMX-J-285-ANCE

### **Descripción de materiales y equipo de protección dibujo.**

Interruptor termo magnético o llave térmica, es un dispositivo capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando ésta sobrepasa ciertos valores máximos. Su funcionamiento se basa en dos de los efectos producidos por la circulación de corriente en un circuito: el magnético y el térmico (efecto Joule). El dispositivo consta, por tanto, de dos partes, un electroimán y una lámina bimetálica, conectadas en serie y por las que circula la corriente que va hacia la carga.

¿Para qué sirve un interruptor termo magnético?

Este es un dispositivo con el que se interrumpe el paso de la corriente si se ha detectado que ha sobrepasado un límite o valor máximo. A su vez, su acción se puede dar en dos tipos de eventos distintos, si se da una sobrecarga del circuito (térmica) o si se presenta un cortocircuito (magnética).

Todos los centros de carga que utilizan los interruptores tipo QP, proporcionan la combinación perfecta para cualquier tipo de instalación que requiera una protección de corto circuito inferior a los 10 kA, RMS simétricos por lo que pueden ser utilizados en edificios de oficinas o departamentos, hoteles, centros comerciales, fabricas, talleres o cualquier construcción donde se requiera el control de cargas monofásicas, bifásicas o trifásicas de diferentes capacidades de corriente.



## Cuchillas Y Fusibles

Son interruptores que se utilizan ya sea en el lado de alta o de baja tensión, sirven como protección para el transformador o el equipo asociado ya que pueden seccionarse en caso de emergencia. Este tipo de protección se conecta en serie con el circuito. Existen cuchillas individuales, es decir, una cuchilla para cada fase, y cuchillas de operación en grupo.

Por la forma en la que operan se pueden clasificar en:

**Cuchillas desconectadoras:** Este tipo de cuchillas se encuentran sostenidas mecánicamente y pueden operarse ya sea automática o manualmente. Para restablecer basta con volverlas a conectar automáticamente o bien, con ayuda de una pértiga.

**Cuchillas fusibles:** Este tipo de cuchillas abren al presentarse una sobre corriente. Este tipo de cuchillas tienen internamente un elemento fusible calibrado para que con determinada corriente alcance su punto de fusión e interrumpa el paso de la corriente eléctrica a través de él. Para restablecer es necesario reponer el elemento fusible a la cuchilla y volver a conectar.

Las cuchillas fusibles son por lo general de operación unipolar, en caso de fundirse únicamente una fase, únicamente ésta es repuesta y no necesariamente se tienen que abrir las demás fases.



**Las cuchillas desconectadoras:** (llamados también Seccionadores) son interruptores de una subestación o circuitos eléctricos que protegen a una subestación de cargas eléctricas demasiado elevadas. Son muy utilizadas en las centrales de transformación de energía eléctrica de cada ciudad. 2. Multicontacto móvil. Localizado en el extremo de las cuchillas, con recubrimiento de plata y muelles de respaldo que proporcionan cuatro puntos de contacto independientes para óptimo comportamiento y presión de contacto.

3. Cámara interruptora. Asegura la interrupción sin arco externo. Las levas de las cuchillas y de la cámara interruptora están diseñadas para eliminar cualquier posibilidad de flameo externo.

4. Cuchillas. Fabricadas con doble solera de cobre. La forma de su ensamble proporciona una mayor rigidez y alineación permanente, para asegurar una operación confiable.

5. Contacto de bisagra. Sus botones de contacto troquelado y plateados en la cara interna de las cuchillas, en unión con un gozne plateado giratorio y un resorte de presión de acero inoxidable, conforman un diseño que permite combinar óptimamente la presión de contacto, evitando puntos calientes pero facilitando la operación y estabilidad de las cuchillas.

6. Aisladores tipo estación. De porcelana, dependiendo del tipo de seccionador varía el número de campanas.

7. Base acanalada. De acero galvanizado de longitud variable, con varios agujeros y ranuras para instalarse en cualquier estructura.

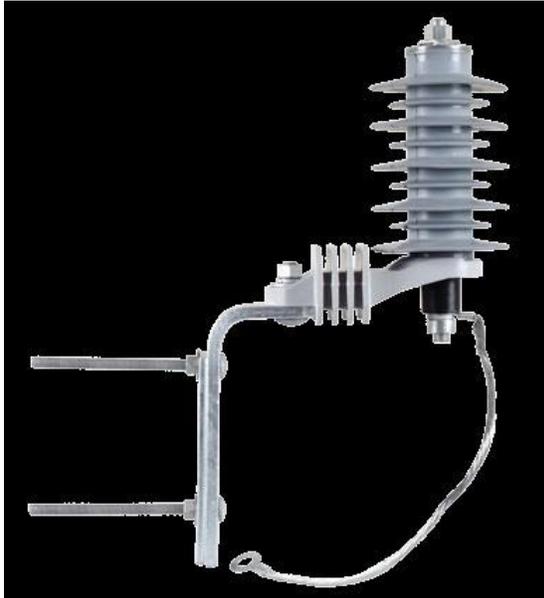
8. Cojinete. De acero, con buje de bronce que proporciona una operación suave. No requiere mantenimiento y resiste la corrosión.

9. Mecanismo de operación. Permite una amplia selección de arreglos de montaje para diferentes estructuras.



**Apartarrayos:** Es un dispositivo que nos sirve para eliminar sobre-voltaje transitorio de las líneas de distribución eléctrica. Estos sobre-voltajes se producen por descargas atmosféricas sobre las líneas o por cambios repentinos en las condiciones del sistema.

En conclusión los apartarrayos funcionan con un sistema de puesta a tierra, conduciendo la descarga hacia un terreno de escasa resistencia.



### **Puesta a tierra**

La puesta a tierra es un mecanismo de seguridad que forma parte de las instalaciones eléctricas y que consiste en conducir eventuales desvíos de la corriente hacia la tierra, impidiendo que el usuario entre en contacto con la electricidad.



Esto quiere decir que cierto sector de las instalaciones está unido, a través de un conductor, a la tierra para que, en caso de una derivación imprevista de la corriente o de una falla de los aislamientos, las personas no se electrocuten al entrar en contacto con los dispositivos conectados a dicha instalación. A la hora de poner en marcha una instalación de puesta a tierra hay que tener en cuenta que se debe contar con dos elementos fundamentales como son la tierra, que es el terreno donde se va a proceder a disipar las pertinentes energías o electricidad, y la puesta a tierra. Esta conexión o instalación, por su parte, se compone de los electrodos o jabalinas, los bornes de puesta a tierra, la línea de enlace con la tierra y, por último, los conductores de protección.



Existen tres tipos diferentes de puestas de tierra o tomas de tierra:

- 1-Sistema a tierra de corriente continua. Es el que se presenta en numerosos dispositivos tecnológicos que forman parte actualmente de nuestra vida, tales como tarjetas de ordenadores, y se identifica porque se produce como diferencia de los voltajes de los circuitos existentes.
- 2-Sistema a tierra de corriente alterna. Es el que se conoce de manera más generalizada y el que tiene lugar por la diferencia de voltajes en edificios y construcciones de distinta tipología.
- 3-Sistema a tierra electroestática. La interrelación entre la carga de un contenedor y su fluido es la que propicia este.

### 3.2.3 Punto de conexión en Media Tensión

El punto de conexión determinado por CFE siendo:

1.- Conexión por medio de una transición aéreo-subterránea construida de acuerdo a la norma de CFE para líneas subterráneas cap. 4, sección 3, subíndice 1.

### 3.2.4 Protección en media tensión.

Para la protección contra sobre corriente se instalaron fusibles limitadores de corriente, tipo listón fusible de la capacidad necesaria, considerando el 100% de la capacidad del transformador, mediante la fórmula siguiente:

$$I_{at} = \frac{KV_{Atr}}{\sqrt{3} \times VL}$$

Considerando la capacidad total de la subestación (225 KVA) se calculó la corriente en alta tensión:

$$I_{at} = \frac{225}{\sqrt{3} \times 13.2} = 9.84 \text{ A}$$

De acuerdo a la NOM-001-SEDE-2012 de la Sección 450-3 de la tabla 450.3(a)(1), el listón debe tener una capacidad no mayor del 250% de la corriente nominal ( $I_{at}$ )

$$I_f = (I_{at})(3) = (9.84)(2.5) = 24.6 \text{ A}$$

Por lo tanto se utilizaron fusibles de 20A

### 3.2.5 Neutro corrido

De acuerdo a la norma de CFE para líneas subterráneas cap. 2, sección 2.2.2

En base al inciso A-5, seleccionamos el cable del neutro corrido el cual fue de cobre desnudo semiduro cal. 1/0 AWG.

En base al artículo A-7, se instaló una varilla copperweld en cada registro de media tensión haciendo conexiones exotérmicas con el neutro corrido.

En base al artículo A-8, se determinó alojarlo en el mismo ducto de una de las fases  
De acuerdo al artículo A-13, la pantalla metálica del cable, se conectó a tierra.

### 3.2.6 Tipo y diámetro de banco de ductos

De acuerdo a la norma de CFE para líneas subterráneas cap. 2, sección 2.2.2 inciso A-3.- Para sistemas de distribución de 200A, la configuración del cableado para uso comercial es 3F-4H.

De acuerdo a la norma de CFE para líneas subterráneas cap. 2, sección 2.2.2 inciso A-14.- Los cables deben instalarse en ductos de PADC o PAD. Cumpliendo siempre con los factores de relleno recomendados en la NOM-001-SEDE vigente.

De acuerdo a la norma de CFE para líneas subterráneas cap. 2, sección 2.4.5 para los diferentes voltajes en media tensión (15, 25 ó 25 KV) el ducto mínimo requerido para el cable XLP calibre 1/0 es de 50mm (2”).

De acuerdo a norma de CFE para líneas subterráneas se colocó un banco con 3 ductos de 78mm tipo PADC.

### 3.2.7 Cálculo de la capacidad del interruptor general

$$I_t = \frac{KV A_{tr}}{\sqrt{3}xV} = \frac{225}{\sqrt{3}x0.22} = 590.48A$$

$$590.48x1.25= 738.08 A$$

Tomando en cuenta la Sección 450-3(b) Tabla 450-3 (b) de la NOM-001-SEDE-2012 que la protección del secundario debe ser no más del 125% de la corriente total del transformador por lo cual se instaló un interruptor termo magnético principal 3x800 AMP (Tablero I-line).

### 3.2.8 Cálculo de corto circuito

La finalidad del corto circuito es obtener la magnitud de corriente de corto circuito que puede generar o presentar en el momento de una falla del sistema. Conocer con exactitud dicha magnitud y el tiempo que permanece en el sistema, es importante porque nos ayuda a seleccionar el equipo adecuado capaz de soportar tal corriente de falla. Sin afectarse los equipos y operar satisfactoriamente.

Se calculó la corriente de corto circuito en el lado de baja tensión por el método del bus infinito

## MÉTODO DEL BUS INFINITO

$$I_{sec} = \frac{KVA(1000)}{\sqrt{3} E_{sec}}$$

Para el transformador de 225 KVA tenemos:

$$I_{sec} = \frac{225(1000)}{220 \times \sqrt{3}} = 590.48A$$

$$I_{sec} = 590.48 A$$

Calculando corriente de corto circuito, con la siguiente condición: La única impedancia que limita la corriente de falla es del transformador.

$$\text{Capacidad} = 225KVA \quad Z = 3.3 \%$$

Corriente de corto circuito del secundario del transformador

$$I_{ccsec} = \frac{100(I_{sec})}{Z}$$

$$I_{ccsec} = \frac{100(590.48)}{3.3}$$

$$I_{ccsec} = I_{ccsim} = 17893.33 A$$

$$I_{ccsim} = I_{ccsim}(1.25)$$

$$I_{ccsim} = 17893.33 (1.25)$$

$$I_{ccsim} = 22366.66 A$$

Con este valor de corriente de corto circuito pudimos seleccionar la capacidad del interruptor general, el cual no debe ser menor a la corriente de corto circuito obtenido, por tanto seleccionamos un interruptor de 3X800 AMP A 35 KA

### 3.3 Sistema de tierra

En la puesta a tierra de una subestación eléctrica, se realiza primero un diseño de malla de tierra, basado en la guía IEEE para la seguridad en una subestación de corriente alterna puesta a tierra IEEE std 80-2000. Debido a que cuando ocurre una falla a tierra en los devanados de media tensión, la corriente de falla a tierra al tomar su trayectoria de retorno a su lugar de origen por el terreno natural provoca una tensión de paso y tensión de contacto que puede ser peligrosa para el ser humano y los animales

Tensión de paso: es la diferencia entre dos puntos de un terreno que puede ser tocados simultáneamente por personas, su valor permisible está dado por:

$$E_p = \frac{165 + ps}{\sqrt{t}}$$

Dónde:

$E_p$  = Tensión de paso permisible (V)

$ps$  = Resistividad de la superficie del terreno ( $\Omega$ -m)

$t$  = Duración máxima de falla (Seg)

Tensión de contacto: es la diferencia de potencial entre un punto en la superficie del terreno y cualquier otro punto que pueda ser tocado simultáneamente por una persona, su valor permisible está dado por:

$$E_t = \frac{165 + 0.25ps}{\sqrt{t}}$$

Dónde:

$E_t$  = Tensión de contacto permisible (V)

### 3.3.1 Cálculo de la malla de tierra de una subestación

Datos:

Dimensión del cuarto de máquinas = 7m x 4 m =28 m<sup>2</sup>

Corriente máxima de falla: 1000 A

Nivel de tensión (Primario): 13.2 Kv

Resistividad del suelo: 100 (Ω-m)

Resistividad de la superficie: 3000 (Ω-m)

Tiempo máximo de falla: 1 S

### 3.3.2 Selección del conductor

$$A_c = I \left[ \frac{33t}{\log\left(\frac{T_m - T_a}{234 + T_a} + 1\right)} \right]^{1/2}$$

Dónde:

T<sub>m</sub> = 450° C (uniones soldadas)

T<sub>a</sub> = 30°C (temperatura ambiente)

$$A_c = 1000 \left[ \frac{33 \cdot 1}{\log\left(\frac{450 - 30}{234 + 30} + 1\right)} \right]^{1/2}$$

A<sub>c</sub> = 8935.61 cmil

Convirtiendo de cmil a mm<sup>2</sup>

1 cmil = 0.0005 mm<sup>2</sup>

8935.61 cmil = 4.46 mm<sup>2</sup>

El calibre permitido por la norma es 4/0

### 3.3.3 Elección de la malla

Supóngase que se tiene cuadrados de 2m x 2 m = 4m<sup>2</sup> por lo tanto:

A=7 m (longitud de la malla)

B=5 m (ancho de la malla)

n=4 (números de conductores en paralelo de A)

m=3 (número de conductores en paralelo de B)

D=2m (espaciamiento entre conductores)

h= 3 m (profundidad de enterramiento)

d=0.0156m (diámetro de conductor)

**Longitud total del conductor se calculó mediante la fórmula:**

$$L= (n)(A)+(m)(B)= (4)(7)+(3)(5)= 43 \text{ m}$$

**Calculando coeficientes Km, Ks, Ki**

$$Km = \frac{1}{2\pi} \ln \left( \frac{D^2}{16xhxd} \right) + \frac{1}{\pi} \ln(0.371)$$

Dónde:

D= espaciamiento entre conductores (m)

h= profundidad de enterramiento (m)

d= diámetro del conductor (m)

$$Km = \frac{1}{2\pi} * \ln \left( \frac{(2)^2}{16X3X0.0156} \right) + \frac{1}{\pi} * \ln(0.371)$$

$$Km= \underline{0.3375}$$

$$Ki= 0.65 + (0.172) (n)$$

$$n=2$$

CFE DY 700-26-2015 conexiones de soldadura exotérmica para sistema de puesta a tierra de líneas, subestaciones eléctricas y redes subterráneas de distribución y transmisión.

Calculo de las tensiones permisibles de paso y de contacto:

$$E_p = \frac{165 + 2800}{\sqrt{1}} = 2965 \text{ V}$$

$$E_t = \frac{165 + 0.25(2800)}{\sqrt{1}} = 865 \text{ V}$$

Los valores reales son:

$$E_p = K_s K_i \frac{PI}{L}$$

$$E_p = 0.196(1.338) \frac{100(1000)}{43} = 610 \text{ V} < 2965 \text{ V}$$

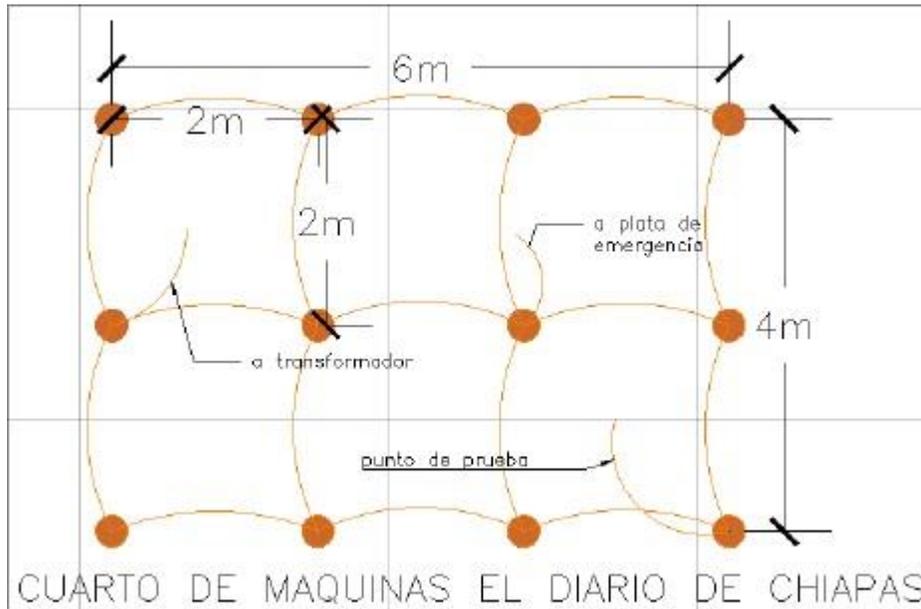
$$E_t = K_m K_i \frac{PI}{L}$$

$$E_t = 0.26(1.388) \frac{100(1000)}{43} = 839 \text{ V} < 865 \text{ V}$$

Norma de CFE para sistema de puesta a tierra

CFE 56100-16-2018 Electrodo Para Tierra.

## DISEÑO DE LA MALLA



Metodo de Laurent y Niemann

$$R = 0.443\rho \left[ \frac{1}{\sqrt{Ay}} + \frac{1}{L} \right]$$

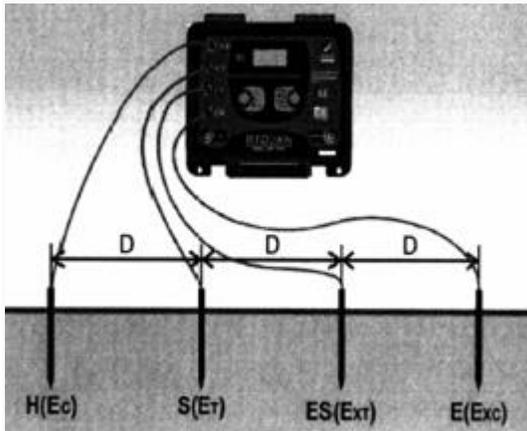
$$R = 0.443(100) \left[ \frac{1}{\sqrt{35}} + \frac{1}{43} \right] = 8.5 \Omega$$

Por tanto, la disposición asumida da garantía tanto de tener los voltajes de paso y contacto dentro de los parámetros permisibles, así como de su resistencia es menor que máximo aceptado.



## 4. Resultados

El método consiste en clavar en el terreno cuatro electrodos (picas), alineadas y con separación constante  $D$ , como se muestra en la figura:



Para la obtención del valor de la resistividad media del terreno se debe aplicar la ecuación de Wenner que, en su forma simplificada es:

$$\rho = 2\pi RD.$$

Donde:

$\rho$  = valor de la resistividad media del terreno.

$\pi = 3.14159$

$R$  = Valor indicado en el instrumento de medición.

$D$  = Distancia entre electrodos expresada en metros.

De esta forma se obtiene la resistividad media del terreno desde la superficie hasta una profundidad igual a la distancia  $D$  entre electrodos. Realizando diversas mediciones con diferentes distancias entre electrodos se obtiene la información requerida para determinar las capas del terreno.

La forma simplificada de la ecuación de Wenner puede aplicarse siempre que la profundidad de penetración de cada electrodo sea despreciable comparada con la distancia  $D$ .

#### 4.1 Prueba de aislamiento con Megómetro

##### Método de los 3 puntos

Se le denomina método de los 3 puntos porque se toman 2 puntos de un terreno y 1 punto donde se desea medir el valor de la resistencia.



Este elemento es conocido como pica, cada pica tiene conectado una terminal del megómetro mediante cable banana-caimán como se muestra en la siguiente imagen



La conexión debe ser en línea recta



La tercera terminal del megometro va conectado al sistema de tierra del cual se desea conocer su valor



Se configura el megometro a un rango de 200 ohm y se le presiona el botón test para iniciar la prueba





El valor normal de resistencia para una malla debe ser  $< 10\Omega$  de acuerdo a la NOM-022-STPS-2008

## 5. Conclusiones

Actualmente las empresas particulares tales como Chedraui, Walmart, Little Caesar's, Oxxo, bodega Aurrera, Empresas gubernamentales, tienen en cuenta las subestaciones eléctricas como parte de sus proyectos. Es por eso que existen empresas dedicadas al servicio en media tensión, donde con trabajos de ingenieros capacitados realizan el diseño y cálculo de las subestaciones, manteniendo siempre la calidad del trabajo.

Para el correcto abastecimiento y funcionamiento de cargas mayores a 10 kva ya sea para empresas particulares es recomendable que cuente con una Subestación Eléctrica, las tarifas en M.T son más baratas que en B.T, esto es porque en B.T la CFE pierde más energía en forma de calor que en M.T.

## Referencias Bibliográficas

- 1.- NOM-001-SEDE-2012
- 2.- IEEE std 80-2000 (Guía para la seguridad en una subestación de corriente alterna, puesta a tierra)
- 3.- NORMAS DE CFE
- 4.- NOM-022-STPS-2008
- 5.-DOF Diario Oficial de la Federación

## **Anexo**

**Anexo A:** En el presente proyecto se incluyeron teorías, formulas explicadas de forma simple para un fácil entendimiento al lector, dando enfoque a lo que son las subestaciones eléctricas, su uso e instalación. Así mismo se agregaron imágenes para conocer las partes y sistemas que componen una subestación eléctrica tipo para tienda de conveniencia.

**Anexo B:** Se hizo uso de normas de seguridad vigentes, las cuales fueron necesarias para la realización del proyecto.