

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

CONSTRUCCIONES JCHS

Nombre del proyecto:

Diseño y Construcción de la Instalación eléctrica de una Estación de Servicio de acuerdo a las Normas Aplicables NOM 001 SEDE 2012 y NOM-005-ASEA-2016.

Alumno:

Jaciel Domínguez López
N.C. 14270183

Carrera:

Ingeniería Eléctrica

Asesor Interno:

Ing. Ariosto Mandujano Cabrera

Asesor Externo:

Ing. Juan Chandoqui Solís

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
06 de junio del 2018

Contenido

1.	Introducción.....	1
1.1.	Antecedentes.....	1
1.2.	Estado del arte.....	2
1.3.	Justificación.....	3
1.4.	Objetivo.....	4
1.4.1.	Objetivos específicos.....	4
1.5.	Metodología.....	4
2.	Fundamento teorico.....	5
2.1.	Norma Oficial Mexicana NOM-001 SEDE 2012, Instalaciones eléctricas (utilización).....	5
2.2.	Norma Oficial Mexicana NOM-005 ASEA 2016, Diseño, construcción, operación y mantenimiento de Estaciones de Servicio para almacenamiento y expendio de diésel y gasolinas.....	6
2.3.	Artículo 514 Gasolineras y Estaciones de servicio.....	7
2.4.	Áreas peligrosas.....	7
2.5.	Ubicación de áreas peligrosas.....	8
2.6.	Instalaciones eléctricas.....	11
2.7.	Sistemas de iluminación.....	14
2.8.	Sistemas de tierras.....	16
2.9.	Sistema de pararrayos.....	17
2.10.	Prueba de instalaciones.....	18
3.	DESARROLLO.....	18
3.1.	Calculo de corrientes de corto circuito.....	22
3.2.	Características de los cortos circuitos.....	22
3.3.	Consecuencia de los cortocircuitos.....	23
3.4.	Calculo de cortocircuito por el Método por Unidad.....	26
3.5.	Calculo de los conductores principales y conductores de circuitos derivados.....	35
4.	Resultados.....	43
5.	Referencias bibliográficas.....	43
6.	ANEXOS.....	44
7.	CONCLUSIONES.....	53

1. Introducción

1.1. Antecedentes.

Los hidrocarburos se utilizan como fuentes de energía, obtenida mediante reacciones de combustión. Se trata de reacciones exotérmicas, y la energía desprendida en forma de calor se puede utilizar directamente, como sucede en los quemadores de gas que se usan para cocinar, o bien se puede transformar en energía mecánica en los motores de los automóviles o en energía eléctrica en las centrales térmicas. [1]

El petróleo, oro negro, o como se le pueda llamar a esta espléndida fuente de energía de medios para el buen vivir, remonta su historia hasta la creación misma del planeta en que vivimos. La biblia y los antiguos escritos de Grecia y la Babilonia, así como las historias mitológicas, hablan, en diferentes formas, sobre algo que emanaba de la profundidad de la tierra y que utilizaban de muchas maneras.

En México, hacia el año de 1579, el comendador Melchor de Alfonso Santa Cruz envió información escrita a la corona de España sobre la presencia del oro negro y su uso por parte de los aborígenes. El petróleo crudo que llega a las refinéas, generalmente mediante el transporte por oleoductos, carros tanques y buques tanqueros, se somete a toda serie de procesos fisicoquímicos para separar los diferentes constituyentes y transformarlos en muchos productos, uno de tantos, es la gasolina. [2]

En agosto de 1888 Bertha Benz, la esposa del inventor del automóvil Carl Benz, decidió hacer una excursión en compañía de sus dos hijos desde Mannheim hasta la ciudad donde había nacido, Pforzheim, a bordo del Benz Patent-Motorwagen N° 3. La escapada de la Sra. Benz es considerada como el primer viaje interurbano en automóvil de la historia, con un recorrido de 104 kilómetros a la ida y 90 kilómetros a la vuelta.

Durante tan largo trayecto se vieron en la necesidad de rellenar el depósito de combustible y decidieron parar en la farmacia del Sr. Willy Ockel, ubicada en Wiesloch, para comprar unos litros de un conocido producto de limpieza derivado del petróleo llamado Ligroin. Era la primera vez que un automóvil repostaba durante una excursión familiar.

A medida que fueron apareciendo más automóviles fueron aumentando también los puntos de venta de sus correspondientes combustibles. La primera guía de gasolineras de Alemania se publicó en 1909. Al principio los conductores llevaban sus propios recipientes y las medidas de seguridad eran inexistentes y

los accidentes por incendio estaban a la orden del día, especialmente si algún despistado se empeñaba en fumar durante el repostaje. [3]

Somos pioneros en operar gasolineras en México y a lo largo de los años hemos consolidado la experiencia en normatividad y seguridad, obteniendo certificaciones y cumpliendo con los estándares establecidos por autoridades nacionales e internacionales, convirtiendo a Gasolinera Pemex en una de las más seguras en el mundo.

Comprometidos contigo, celebramos convenios con Profeco para realizar pruebas aleatorias que comprueben la correcta operación y despacho de combustible, penalizando las irregularidades. Contamos con laboratorios móviles que supervisan la calidad y cantidad de los combustibles suministrados en nuestras gasolineras, reportando cualquier desviación que pudiera encontrarse para la toma de medidas correctivas oportunas. [4]

1.2.Estado del arte.

Joaquín López Guarneros, en septiembre del 2014 [5] presento, su proyecto de tesis, las experiencias obtenidas en la construcción de estaciones de servicio en las diferentes regiones del país encontrándose divididas en: región centro, occidente y sur, en los cuales generalmente se tiene que cumplir con los estudios y condicionantes de las diferentes autoridades ya sean municipales, estatales y federales que comprenden: estudio de mecánica de suelos, geofísico, impacto ambiental, impacto vial, impacto regional, y protección civil.

Por otro lado también conocemos el alcance con el cual debe cumplir el proyecto ejecutivo de acuerdo a las especificaciones de Pemex, reglamentos de la entidad federativa donde se construya el proyecto, dividido en planos de conjunto arquitectónicos, estructurales, mecánicos, **eléctricos**, hidráulicos y sanitarios, drenajes, agua y aire.

La instalación eléctrica se llevara a cabo conforme a la norma oficial mexicana, respetando que todos los componentes eléctricos serán a prueba de explosión cuando se tenga comunicación de las zonas denominadas como explosivas, de acuerdo a los radios señalados en especificaciones de Pemex, hacia los cuartos eléctricos, control y de máquinas, debiendo estar aterrizados mediante un sistema de tierras y para rayos.

La Compañía Petrolera del Pacifico, S.A. de C.V. En mayo del 2017 [6] en su informe de prevención, presento un estudio de construcción de servicio de gasolina, la aplicación para el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas que aplicables, tanto en su diseño, construcción, operación y mantenimiento; en especial, la NOM-005-ASEA-2016, Diseño, construcción, operación y

mantenimiento de estaciones de servicio para almacenamiento y expendio de diésel y gasolinas.

Lo que en este proyecto se propone es el diseño y construcción de la instalación eléctrica, en media y baja tensión para una estación de servicio tipo urbana en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, bajo el cumplimiento de las especificaciones que las normas oficiales mexicanas, NOM-001-SEDE-2012 y la NOM-005-ASEA-2016 exigen, con la finalidad de brindar una mejor calidad y seguridad en el servicio que este inmueble ofrece a los consumidores.

1.3. Justificación.

Vale la pena la realización de este proyecto, y es de gran importancia porque de esta manera se plasmara de forma escrita los pasos que se realizaran para la construcción adecuada bajo el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas vigentes y así poder brindar un servicio de calidad para los usuarios.

La realización de este proyecto tendrá beneficios que permitirán la reafirmación de los conocimientos ya adquiridos durante la preparación universitaria, debido que para diseñar el proyecto de la instalación eléctrica para la estación de servicio, se tiene que realizar diferentes cálculos, tales como: corto circuito, la corriente nominal, carga máxima demandada, capacidad del transformador, el alimentador principal, caída de tensión, e interruptor termo magnético principal.

Todo lo mencionado en el párrafo anterior hace referencia a los cálculos principales para la acometida, donde también se tendrá que elegir la base medición, y la capacidad que deben tener los cortacircuitos fusibles para la protección en el lado primario del transformador y de la empresa suministradora. Para todo esto, los cálculos deben ser exactos y posteriormente comprobar con ayuda de la NOM-001 SEDE 2012.

Por otro lado también el alumno residente aprenderá a involucrarse en el mundo laboral puesto que también para la realización de dicho proyecto se llevara a cabo una serie de trámites ante la empresa suministradora de energía que en este caso es la CFE DISTRIBUCION, para la aprobación y construcción de la obra.

La aplicación de las normas oficiales mexicanas NOM-001 SEDE 2012 y NOM-005 ASEA 2016 es parte fundamental para esto debido a que garantiza el correcto diseño y construcción de dicho proyecto. Por un lado la primera norma mencionada hace referencia a las medidas necesarias que se deben tomar para la construcción eléctrica, como también los materiales con capacidades adecuadas y necesarias para evitar cualquier accidente por deficiencia de equipo y/o materiales.

La NOM-005 ASEA 2016 es la norma oficial mexicana encargada de establecer las bases de diseño y construcción en general de una estación de servicio por lo que con ella nos apoyaremos también en el diseño y la construcción del proyecto eléctrico tanto en baja como en media tensión, para tomar en cuenta los posibles riesgos que una instalación eléctrica tiene en un negocio de este tipo.

Es por ello que la principal importancia o la parte más relevante de este proyecto es aprender a leer, utilizar y aplicar las normas oficiales mexicanas ya mencionadas, para cumplir con las cualidades necesarias y fundamentales que en ellas están escritas y exigen para proyectos de construcción. Así de esta manera aprender a construir siempre en cumplimiento de las normas oficiales mexicanas vigentes, según sea el caso de construcción.

1.4. Objetivo.

Diseñar y calcular proyecto para la construcción de la instalación eléctrica, en media y baja tensión de una estación de servicio tipo urbana, bajo el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas aplicables vigentes, NOM-001 SEDE 2012 y NOM-001 ASEA 2016.

1.4.1. Objetivos específicos.

- Diseñar y calcular proyecto eléctrico para una estación de servicio tipo urbana.
- Construir instalación eléctrica en media tensión en cumplimiento de la NOM-001 SEDE 2012 y los requerimientos que la CFE DISTRIBUCION exige para instalaciones subterráneas.
- Realizar trámites necesarios ante la CFE DISTRIBUCION para la revisión y aprobación del proyecto.
- Construir instalación eléctrica en baja tensión cumpliendo con las especificaciones para circuitos derivados, conductores, sistema de tierra y materiales acreditados que la NOM-001 SEDE 2012 exige.
- Cumplir con el requerimiento que la NOM-005 ASEA 2016 exige en instalaciones eléctricas para la aceptación y puesta en marcha de una estación de servicio.

1.5. Metodología.

La realización de este proyecto se inició con la adquisición del plano arquitectónico del diseño de la estación de servicio, sobre el cual se prosiguió al cálculo de luminancia para exteriores e interiores, tomando en cuenta las áreas en metros cuadrados de cada espacio, para lo cual se eligió los modelos de luminarias, capacidades en voltaje, corriente y lúmenes emitido por cada modelo elegido.

Posteriormente se prosiguió con el diseño de la instalación eléctrica en baja tensión para alumbrado, normal, anuncios, plafones, y emergencia. Así también se diseñó

la instalación eléctrica para circuitos de contactos, con capacidades diferentes, tomando en consideración el art. 220-14(i) de la NOM-001 SEDE 2012 en el que exige contactos con capacidad mínima de 180 VA, y contactos con otras capacidades según sea la capacidad que se necesite.

Se tomó en consideración la instalación de circuitos derivados para la instalación de motores, por lo que se calculó la capacidad de los alimentadores con capacidades de acuerdo a la potencia de cada motor. El cálculo para la capacidad de los aires acondicionados que se requieren de acuerdo al espacio que se desea acondicionar se realizó de manera adecuada, como incluyendo la capacidad de los conductores para cada uno y su interruptor termo magnético.

Se eligió el modelo de los tableros de distribución de acuerdo a las capacidades y el número de circuitos derivados que de estos desprendan; se calculó el alimentador principal para cada tablero de distribución y el dispositivo de protección (interruptor termo magnético). Se calculó y se diseñó el sistema de puesta a tierra para la seguridad de las personas y los equipos de la estación de servicio.

De acuerdo a la demanda total en KW que arrojo el diseño de toda la instalación eléctrica en baja tensión de servicio y las capacidades de los equipos que se utilizaran se calcula la capacidad del transformador tipo pedestal que se deberá instalar para la alimentación del servicio, incluyendo el interruptor principal para la protección del secundario del transformador y los alimentadores principales a utilizar.

Seguido de todo esto se realizó una visita al predio donde se llevaría a cabo la construcción de dicha obra para hacer un levantamiento de la infraestructura existente en la red eléctrica existente en media tensión. Con base a este levantamiento se realiza el diseño del plano en media tensión para el punto de conexión en media tensión para la acometida del servicio.

Teniendo todo lo necesario para la presentación del proyecto se inicia el proceso de trámites necesarios para la aprobación y aceptación del proyecto ante la empresa suministradora de energía como también los permisos para la construcción del proyecto ante las dependencias gubernamentales competentes. Una vez todo esto se inicia con el proceso de construcción del proyecto en el lugar correspondiente.

2. Fundamento teórico.

2.1. Norma Oficial Mexicana NOM-001 SEDE 2012, Instalaciones eléctricas (utilización).

La NOM-001-SEDE 2012 es una norma que tiene como objetivo establecer especificaciones y lineamientos de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas a la utilización de la energía eléctrica, a fin de que ofrezcan

condiciones adecuadas de seguridad para las personas y sus propiedades, en lo referente a la protección contra:

- ✓ Las descargas eléctricas.
- ✓ Los efectos térmicos.
- ✓ Las sobre Corrientes.
- ✓ Las corrientes de falla.
- ✓ Las sobretensiones.

El cumplimiento de las disposiciones indicadas en esta NOM promueve el uso de la energía eléctrica en forma segura; asimismo esta NOM no intenta ser una guía de diseño, ni un manual de instrucciones para personas no calificadas.

2.2. Norma Oficial Mexicana NOM-005 ASEA 2016, Diseño, construcción, operación y mantenimiento de Estaciones de Servicio para almacenamiento y expendio de diésel y gasolinas.

El Objetivo de la presente Norma Oficial Mexicana, NOM-005 ASEA 2016 es establecer las especificaciones, parámetros y requisitos técnicos de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa, y Protección Ambiental que se deben cumplir en el diseño, construcción, operación y mantenimiento de Estaciones de Servicio para almacenamiento y expendio de diésel y gasolinas.

La NOM-005 ASEA 2016 fue elaborada por el Comité Consultivo Nacional de Normalización en Materia de Seguridad Industrial, Operativa y Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, con la colaboración de los siguientes organismos e instituciones:

- Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos/Unidad de Normatividad y Regulación/Dirección General de Procesos Industriales, Transporte y Almacenamiento
- Secretaría de Energía/Subsecretaría de Hidrocarburos/Dirección General de Petrolíferos
- Procuraduría Federal del Consumidor/Subprocuraduría de Verificación/Dirección General de Verificación de Combustibles
- Asociación Mexicana de Proveedores de Estaciones de Servicio, A.C.
- Asociación Mexicana de Distribuidores de Gas Licuado y Empresas Conexas, A.C.
- Asociación de Distribuidores de Gas LP, A.C.
- Consorcio Gasolinerio G500
- Organización Nacional de Expendedores de Petróleo, A.C.
- Instituto Mexicano del Petróleo/Dirección de Servicios de Ingeniería

-Petróleos Mexicanos Transformación Industrial/Dirección Corporativa de Planeación, Coordinación y Desempeño.

2.3. Artículo 514 Gasolineras y Estaciones de servicio.

514-1 Alcance. Este artículo se debe aplicar a gasolineras y estaciones de servicio, para motores, motores marinos, dentro de edificios y para flotillas de vehículos.

514-2. Definición.

Gasolineras y estaciones de servicio: parte de una propiedad donde se almacenan y despachan combustibles para motores desde un equipo fijo a los tanques de combustible de vehículos automotores o marítimos, o a recipientes aprobados, incluyendo todo el equipo utilizado en conexión con ellas.

514-3. Clasificación de lugares.

a) Lugares no clasificados. Cuando una persona calificada determine que en un local no se va a manejar líquidos inflamables que tengan un punto de inflamación por debajo de los 38 °C, como la gasolina, no se requiere que esa área se clasifique como peligrosa.

b) Lugares clasificados.

1) Área clase I. La tabla 514-3(b) (1) debe ser aplicada donde sean almacenados, manejados o surtidos líquidos Clase I y usada para describir y clasificar las estaciones de servicio, talleres de servicio, de reparación y estacionamiento comercial para vehículos automotores, que están definidos en el artículo 511. Un área Clase I, no se debe extender más allá de una pared no perforada, techo u otra división sólida.

2) Áreas para gas natural comprimido, gas natural licuado y gas licuado de petróleo. La tabla 514-3(b) (2) debe aplicarse y utilizarse para delinear y clasificar superficies en donde se almacene, maneje o surta gas natural comprimido, gas natural licuado o gas licuado de petróleo. Cuando los surtidores de gas natural comprimido o gas natural licuado se instalen debajo de algún tipo de techumbre, éste debe estar diseñado de forma tal que evite la acumulación o confinación de vapores de fácil ignición, o todo el equipo eléctrico instalado bajo la techumbre debe ser aprobado para áreas peligrosas (clasificadas) de clase I, división 2. Los surtidores para gas licuado de petróleo deben instalarse a no menos de 1.50 metros de cualquier otro surtidor para líquidos de clase I.

2.4. Áreas peligrosas.

Presentación

Las estaciones de servicio son establecimientos en los que almacenan y manejan Líquidos, gases o vapores inflamables por lo que se clasifican como áreas de la clase I,

grupo D, divisiones 1 Y 2, de acuerdo a lo indicado en la norma oficial mexicana NOM-001-SEDE-2012 y en el código NFPA (national electrical code).

Clasificación

Las áreas peligrosas en donde existen o pudieran existir concentraciones inflamables de vapores de hidrocarburos se clasifican de acuerdo a lo siguiente:

1. Lugares en donde bajo condiciones normales operaciones existen concentraciones de gases o vapores inflamables, generados por hidrocarburos líquidos se clasifican en la clase I, grupo D, división 1.
2. Lugares en donde normalmente los líquidos vapores o gases se encuentran confinados en recipientes o sistemas cerrados de donde podrían escapar al presentarse una apertura no controlada o un mal funcionamiento del equipo, se clasifican en la clase I, grupo D, divisiones 2.

Características de las áreas peligrosas

Clase I, grupo D, división 1

Sus características son las siguientes:

- Áreas en las cuales la concentración de gases o vapores existe de manera continua, independientemente o periódicamente en el ambiente, bajo condiciones normales de operación.
- Zonas en las que las concentraciones de algunos gases o vapores pueden existir frecuentemente por reparaciones de mantenimiento o por fugas de combustibles.
- Áreas en las cuales por falla del equipo de operación los gases o vapores inflamables pudieran fugarse hasta alcanzar concentraciones peligrosas y simultáneamente ocurrir fallas del equipo eléctrico.

Clase I Grupo D, división 2

Estas áreas tienen las características siguientes:

- Áreas en las cuales se manejan o usan líquidos volátiles o gases Inflamables que normalmente se encuentran dentro de recipiente o Sistemas cerrados, de los que puedan escaparse solo en caso de ruptura Accidental u operación anormal del equipo.
- Áreas adyacentes a zonas de clase I, grupo D, división 1, en donde las Concentraciones peligrosas de gases o vapores pudieran ocasionalmente Llegar a comunicarse.

2.5. Ubicación de áreas peligrosas.

Todas las fosas, trincheras, zanjas y, en general depresiones del terreno que se Encuentran dentro del área de las divisiones 1y2 serán consideradas dentro de La clase I, grupo División 1.

Cuando las fosas o depresiones no de localicen dentro de las áreas de la clase I, Grupo D, divisiones 1 y 2, como las definidas en el punto anterior, pero contenga Tuberías de hidrocarburos válvulas o accesorios, estarán clasificadas en su Totalidad como áreas de la división 2.

Los edificios tales como oficinas, bodegas, cuartos de control, cuarto de máquinas O de equipo eléctrico que estén dentro de las áreas consideradas como Peligrosas estarán clasificadas de la siguiente manera: cuando una puerta Ventana, vano o cualquier otra abertura en la pared o techo de una construcción Quede localizada total o parcialmente dentro de un área clasificada como Peligrosa, todo el interior de la construcción quedara también dentro de dicha Clasificación.

Elemento	Clase I Grupo D División	Extensión del área clasificada
Boquillas de llenado de tanques subterráneos.	1	Cualquier fosa, caja o espacio bajo el nivel del piso terminado estando cualquier parte de ellos dentro de un área clasificada división 1 o 2.
	2	Hasta 0.50 metros por encima del nivel del piso, dentro de un radio horizontal de 3.00 metros y medido desde una conexión no – hermética de llenado y dentro de un radio horizontal de 1.50 metros medidos desde una conexión hermética llenado.
Confinamiento de bóvedas de tanques superficiales.	1	Espacio interior del confinamiento o bóveda si son almacenados líquidos de la clase I.
Venteo con descarga hacia arriba.	1	Espacio dentro de una esfera de 1.00 metros de radio desde el orificio de venteo.
	2	Espacio comprendido entre esferas de 1.00 metros y 1.50 metros de radio desde el orificio de venteo.
Venteos de tanques superficiales.	1	Espacio comprendido dentro de 1.50 metros de radio desde el orificio del venteo extendiéndose en todas direcciones.
	2	Espacio comprendido entre dos esfera de 1.50 y 3.00 metros de radio desde el orificio de venteo.
Surtidores	1	Cualquier fosa caja o espacio bajo el nivel del piso terminando estando en cualquier parte de

(dispensarios) (Excepto del tipo elevado).		ellos dentro de ellos dentro de una área clasificada división 1 o 2.
Surtidores exteriores	2	Espacio comprendido dentro de 0.50 metros medidos horizontalmente en todas las direcciones extendiéndose hasta el nivel del piso terminado desde envolventes del surtidor que contiene los componentes que manejan líquidos.
	2	Hasta 0.50 metros por encima del nivel de piso dentro de 6.10 metros horizontalmente desde cualquier lado externo del surtidor.
Surtidores (dispensarios) Tipo elevado (con carrete montado en el techo)	1	El espacio dentro de la envolvente del surtidor y todo el equipo eléctrico integrado que forma parte. De la manguera surtidora o pistola para despacho.
	2	Un espacio que se extiende 0.50 metros horizontalmente en todas direcciones más allá de la envolvente extendiéndose hasta el piso.
	2	Hasta 0.50 metros por encima del nivel del piso dentro de 6.10 metros medidos horizontalmente desde un punto verticalmente por debajo de la parte exterior de la envolvente de cualquier surtidor.
Pistola para despacho	1	Espacio dentro de una esfera de 1.00 metros de radio desde el orificio de la pistola extendiéndose en todas direcciones.
	2	Espacio comprendido entre dos esferas de 1.00 metros y 1.50 metros de radio desde el orificio de la pistola extendiéndose en todas las direcciones.
Bombas remotas en exteriores 1	1	Cualquier fosa, caja o espacio bajo el nivel del piso terminado si cualquier parte se encuentra dentro de una distancia horizontal de 8.00 metros desde cualquier lado exterior de la bomba.
		El espacio comprendido dentro de 1.50 metros desde cualquier lado exterior de la bomba extendiéndose en todas direcciones hasta 1.00 metros sobre el nivel del piso determinado dentro de 8.00 metros medidos horizontalmente desde cualquier lado exterior de la bomba.
Bombas remotas	1	Todo espacio dentro de cualquier fosa.
		El espacio comprendido dentro de 1.50 metros

en interiores	2	desde cualquier lado exterior de la bomba extendiéndose en todas direcciones hasta 1.00 metros sobre el nivel de piso terminado dentro de 8.00 metros medidos horizontalmente desde cualquier lado exterior de la bomba.
---------------	---	--

TAB.2.5.1. UBICACIÓN DE AREAS PELIGROSAS.

Las áreas clasificadas como peligrosas que pudieran invadir la vía pública, deben quedar delimitadas por medio de bardas, muretes, camellones o jardineras con alturas superiores a 0.50 metros o 1.00 metros, dependiendo del origen de dichas áreas dispensarios o bomba sumergibles de tanques de almacenamiento.

2.6. Instalaciones eléctricas.

Presentación

El presente capítulo se fundamenta en lo señalado en la norma oficial mexicana NOM-001-SEDE-2012, así como los códigos NFPA30A. Y NFPA70 (National electrical code) y establece las características que deben cumplir las Instalaciones destinadas a la utilización de la energía eléctrica en las estaciones De autoconsumo.

Clasificación.

Las instalaciones eléctricas consideradas en estas especificaciones técnicas, se clasifican de acuerdo a lo que se indica a continuación:

- ✓ Sistema de alimentación a equipos eléctricos.
- ✓ Sistema de iluminación.
- ✓ Sistemas de tierras.
- ✓ Pruebas de instalaciones.

Características de los sistemas eléctricos.

- ✓ **Sistemas de alimentación a equipos eléctricos**

Se describen las instalaciones dentro de las áreas clasificadas en las divisiones 1 y 2, la instalación de canalizaciones enterradas, los accesorios de unión con rosca los sellos eléctricos la conexión de las canalizaciones a dispensarios Bombas sumergibles y compresores las conexiones a los tableros y centro de Control de motores cables y conductores, y las conexiones sellos drenes Respiraderos y accesorios que sirvan para los sistemas de alimentación, a equipos Eléctricos en áreas de la clase I grupo D, divisiones 1y 2.

Las instalaciones ubicadas dentro de las áreas clasificadas en las divisiones 1 y 2 Se harán con tubo metálico rígido roscado de pared gruesa tipo 2 calidad A, de Acuerdo con la norma NMX-B-208-1994 o con cualquier otro material que cumpla Con el

requisito de ser a prueba de explosión con recubrimiento externos e Internos para evitar fugas por corrosión en ambientes con alto grado de salinidad La sección transversal será circular con un diámetro nominal de 19 mm (3/4”).

La instalación de canalizaciones enterradas quedara totalmente protegida con un Recubrimiento de concreto de por lo menos 5.0 cm de espesor.

Los accesorios de unión con rosca que usen con el tubo quedaran bien ajustados Y sellados con un compuesto basado en resinas, con objeto de asegurar una continuidad efectiva en todo el sistema de ducto y evitar la entrada de materias extrañas al mismo. Los sellos eléctricos serán de tipo “EYS” o similar y se instalaran a una distancia máxima de 50 cm de las cajas de conexiones.

La conexión de las canalizaciones a dispensarios, bombas sumergibles y Compresores debe efectuarse con conduit flexibles a prueba de explosión.

Las cajas de conexiones, de paso y uniones ubicados dentro de las áreas Clasificadas en la divisiones 1 y 2, serán en su totalidad a prueba de explosión y Tendrán rosca para su conexión con el tubo, por lo menos con 5 vueltas completa de rosca no permitiéndose el uso de rosca corridas y se aplicara un compuesto sellador a base de resinas.

El cableado eléctrico estará de acuerdo a lo indicado en la Norma Oficial Mexicana (NOM-063-SCFI-2001) y será alojado dentro de ductos eléctricos en toda la estación de autoconsumo. Fuera de las áreas clasificadas pueden instalarse registro donde se efectuó la transición de ductos a prueba de explosión, a canalizaciones no metálicas, previa Instalación de un sello eléctrico que mantenga la hermeticidad dentro de las áreas peligrosas.

En las estructuras de acero se utilizaran espaciadores, ganchos, charolas, u otros elementos apropiados para asegurar rígidamente los conduit de acuerdo al espaciamiento mínimo Que indiquen los reglamentos locales y federales.

Cuando se instalen conductores dentro de áreas clasificadas en las divisiones 1 y 2 se seguirá los lineamientos siguientes:

- Los cables deben ser introducidos a los conductos hasta que todos los trabajos o maniobras de naturaleza riesgosas se hayan concluido.
- Todos los circuitos ser rotulados en los registros y tableros fusibles, alumbrados, Instrumentación y motores. La identificación se realizara con etiquetas o cinturones de vinil o similares.
- Los conductos de un circuito intrínsecamente seguro no se instalaran en el mismo ducto caja de conexiones o de salida y otros accesorios con conductores de otro circuito a menos que pueda instalarse una barrera adecuada que separe los conductores de los respectivos circuitos.
- En la acometida a los dispensarios, interruptores y en general a cualquier equipo eléctrico que se localiza en áreas peligrosas se colocaran sellos eléctricos en los

ductos para impedir el paso de gases, vapores o flamas de un área a otra instalación eléctrica. Se aplicara al sello eléctrico una fibra y compuesto sellador aprobado para su uso en áreas peligrosas para impedir la filtración de fluidos y humedad al aislamiento exterior de los conductores eléctricos.

- El tapón formado por el compuesto sellador no puede ser afectado por la Atmosfera o los líquidos circundantes y tendrá un punto de fusión 93° como mínimo. El espesor del compuesto sellante será por lo, menos igual al diámetro del conduit pero en ningún caso menor a 16 mm.
- Los sellos eléctricos se conectaran a los ductos que por su localización sean del tipo a prueba de explosión y que contengan conductores eléctricos capaces de producir arcos eléctricos, chispas o altas temperaturas y no existiera ningún otro dispositivo de unión o accesorio de conexión entre la caja y sello.
- En los dispositivos del sello no se aran empalmes o derivaciones de los conductores eléctricos.
- Cuando los conductos entren o salgan de áreas con clasificaciones diferentes y existan cajas de accesorios o uniones en dicha áreas clasificadas se debe colocar un sello en cualquiera de los dos lados de la línea que divide las áreas clasificadas de tal manera que los gases o vapores que puedan entrar en el sistema de tubería dentro del lugar peligroso no pase al ducto que está más allá del sello. No existiera ningún tipo de unión accesorios o cajas entre el sello y la línea límite.
- Si los ductos cruzan áreas clasificadas en las divisiones 1 y 2 se instalaran sellos eléctricos fuera de las áreas peligrosas.
- Las estaciones del autoconsumo puede utilizar sistemas alternativos de generación de energía eléctrica en regiones donde no se cuente con el Suministro normal de energía eléctrica en corriente alterna.
- No es obligatorio instalar una planta de generación de energía eléctrica en la estación de autoconsumo. Cuando se instale su capacidad estará en Función de las necesidades particulares de cada proyecto.

Los registros de los ductos subterráneos no quedaran localizados dentro de las áreas peligrosas clasificadas en las divisiones 1 y 2. Estos registros deben ser lo suficientemente amplios para trabajos de mantenimiento.

Cuando los registros queden expuestos en áreas peligrosas la compañía especializada será responsable de su diseño.

En lugares donde exista humedad excesiva o condensación se debe prever un sistema de drenado y respiradero en los registros y los puntos bajos del sistema.

La instalación eléctrica para la alimentación a motores se efectúa utilizando circuito con interruptores independientes de tal manera que permita cortar la operación de áreas definidas sin propiciar un paro total de la estación de autoconsumo. En todos los casos se instalaran interruptores con protección por falla a tierra.

Los tableros para el centro del control de motores estarán localizados en una zona exclusiva para instalaciones eléctricas la cual por ningún motivo debe estar ubicada en el cuarto de máquina y procurando que no se ubique en las áreas clasificadas de Las divisiones 1 y 2.

La estación de autoconsumo tendrá cuatro interruptores de emergencia (“paro de emergencia”) de golpe que desconecten de la fuente de energía a todos los circuitos de fuerza así como al alumbrado en dispensarios los cuales serán a prueba de explosión con clasificación a prueba de explosión con clasificación aprobada para áreas de la clase I, grupo D, divisiones 1 y 2. El alumbrado general debe permanecer encendido.

Los interruptores estarán localizados en el interior de las oficinas donde habitualmente exista personal en la fachada principal de dicho edificio; en la zona de despacho y en la zona de almacenamiento independientemente de cualquier otro lugar. Los botones de estos interruptores serán de color rojo y se colocaran a una altura de 1.70 metros a partir del nivel del piso terminado.

Si por limitaciones de espacio el cuarto donde queden alojados los tableros y el centro de control de motores se localiza en áreas peligrosas los equipos eléctricos que se instalen serán a prueba de explosión o clase NEMA-7, o bien se instalara un equipo de presurización.

La estación de autoconsumo debe tener instalados dos contactos eléctricos independientes de 120 volts, con capacidad de suministrar 15 y 25 amperes a laboratorio móviles, para que se realicen la verificación de la calidad de los combustibles.

2.7. Sistemas de iluminación.

Las instalaciones de sistema de alumbrado se diseñara considerando si su ubicación es dentro o fuera de áreas clasificadas como peligrosas y se utilizaran para iluminar los pasillos, escaleras, accesos y salidas de los edificios, rutas de evacuación zonas de despacho y almacenamiento y exteriores de la Estación de Autoconsumo, sirviendo además para alumbrar los señalamientos internos y el Interior de las edificaciones.

El cable utilizado para el alumbrado debe ser de cobre 600 V, clase THWN aislado con cubierta de plástico, de acuerdo a lo señalado en la Norma Oficial Mexicana (NOM-063-SCFI-2001). No se instalarán conductores menores al NO.12 AWG o 600 V y los de control serán No. 14 AWG y estarán identificados Correctamente por el fabricante.

Los equipos de alumbrado serán instalados y tendrán fácil acceso para permitir su mantenimiento.

La selección de las luminarias se hará en función de las necesidades de Iluminación y de las restricciones impuestas por la clasificación de áreas peligrosas, de acuerdo a lo indicado en la norma oficial mexicana (NOM-064-SCFI-2000).

La iluminación de cada una de las áreas exteriores que componen la Estación de Autoconsumo se efectuara a base de luminarias de vapor de mercurio, de Haluros metálicos o lámparas fluorescentes.

No se usaran lámparas de vapor de sodio y/o cualquier otro tipo de lámparas que no proporcionen luz blanca.

La iluminación interior en los edificios se efectuara siguiendo los criterios expuestos en las Normas Técnicas para instalaciones eléctricas de la secretaria de energía.

Las luminarias en exteriores serán del tipo ("box") o gabinete con difusor, con lámparas de luz blanca que proporcionen un nivel de iluminación no menor a los 200 luxes. Se instalarán a una altura 4.50 metros de nivel del piso terminado cuando estén montadas sobre postes metálicos y la altura no puede ser menor A 2.50 metros cuando se encuentren adosadas directamente a los muros.

Las luminarias estarán ubicadas en los accesos y salidas, en las zonas de tanques de almacenamiento en las áreas de despacho y en las circulaciones interiores de la Estación de Autoconsumo y estarán distribuidas de tal manera que proporcionen una iluminación uniforme en las áreas citadas.

La instalación de luminarias sobre las columnas o cualquier otro elemento vertical de áreas de despacho de gasolina, será empotrada o sobrepuesta en el plafón de las techumbres de dichas zonas.

Cuando la zona de despacho de diésel sea techada la iluminación se apegara a lo indicado para la zona de gasolina.

La instalación eléctrica para el alumbrado, se efectuara utilizando circuito con interruptores independientes, de tal manera que permita cortar la operación de áreas definidas sin propiciar un paro total en la estación de autoconsumo. En todos los casos se instalaran interruptores con protección por fallas a tierra.

Los tableros para el alumbrado estarán localizados en una zona exclusiva para instalaciones eléctricas, la cual por ningún motivo debe estar ubicada en el cuarto de máquinas y procurando que no se ubique en las áreas clasificadas en las divisiones 1 y 2.

Los niveles de iluminación que deben presentarse en las estaciones de autoconsumo se fundamentan en la norma oficial mexicana NOM-025-STPS 2008, relativos a condiciones de iluminación en los centros de trabajos.

2.8. Sistemas de tierras.

Se indican las características que deben tener las distintas conexiones realizadas al sistema general de tierras para cada uno de los equipos, edificios y elementos estructurales de la estación de autoconsumo.

Las conexiones para el sistema de tierra serán con cable de cobre desnudo suave y conectores para los diferentes equipos, edificios y elementos que serán aterrizados, según lo indicado en la norma oficial mexicana NOM-063-SCFI-2001 Y estarán de acuerdo a las características y los calibres que se mencionan a continuación:

- Los electrodos (varillas copperweld) utilizadas en el sistema de tierra que serán de por lo menos 2.50 metros de longitud y estarán enterrados verticalmente. Si se utiliza con otro Sistema debe cumplir con lo señalado en la NOM-001-SEDE-2012.
- La conexión de la estructura de los edificios a la red general de tierras se hará mediante cable No. 2 AWG (34 mm² de sección transversal) o si existe un cálculo previo se puede utilizar el diámetro que indique el estudio; así mismo se conectarán todas las columnas de las esquinas e intermedias que sean necesarias para tener las conexiones o distancia que no exceden de 20.00 metros.
- Las cubiertas metálicas que contengan o protejan equipo eléctrico, tales como transformadores tableros, carcasas de motores, generadores, estaciones de botones, bomba para suministro de combustible y dispensarios, serán conectadas a la red de tierras mediante cable calibre No.2 AWG (34 mm² de sección transversal).
- El tanque de almacenamiento puede tener provista una punta o empaque dieléctrico no menor a 3.18 mm de espesor.
- La estación de autoconsumo debe contar con cable aislado flexible calibre No. 2 AWG (34 mm² de sección transversal), y pinzas para la conexión a tierra de auto tanque cuando realicen el proceso de descarga.
- Las tuberías metálicas que conduzcan líquido o vapores inflamables en cualquier área de la estación de autoconsumo estarán conectadas a la Red general de tierras mediante cable calibre No. 2 AWG.
- Los conductores que formen la red para la apuesta a tierra serán de cobre calibre No. 4/0 AWG (107.2 mm² de sección transversal).
- Las partes metálicas de los surtidores de combustible, canalizaciones metálicas, cubierta metálicas y todas las partes metálicas del equipo eléctrico que no transporten corriente, independientemente del nivel de tensión, debe ser puesta a tierra.
- El cuerpo de los equipos son conectados exclusivamente en el sistema de tierra y no pueden ser aterrizados en los tanques de almacenamiento ni a las estructuras metálicas.
- La puesta a tierra de columnas de concreto armado se hará con conexiones Cable-varilla, de acuerdo a las especificaciones de la secretaria de Energía, dejando visible mediante registro cualquier conexión.

- Todos los aparatos eléctricos e instalaciones que tengan partes metálicas estarán aterrizados.
- Todos los conductores estarán permanente aseguradas al sistema.
- Cuando el tipo de suelo posea un nivel freático alto, humedad excesiva y Una alta salinidad, el cable será aislado para protegerlo de la corrosión, en concordancia con las especificaciones de los códigos federales.

2.9. Sistema de pararrayos.

La instalación del sistema de pararrayos en la estaciones de autoconsumo tiene como objeto establecer las condiciones de seguridad para prevenir los riesgos por descarga eléctricas atmosféricas.

Su instalación se requiere cuando la estación de autoconsumo se construya con materiales, sustancia o equipos que puedan almacenar o generar cargas eléctricas estáticas, o cuando se localicen en zonas donde puedan recibir descargas eléctricas atmosféricas; y no tenga una protección adecuada.

En cumplimiento a la norma mexicana NOM-022-STPS-2008, relativa a la electricidad estática en los centros de trabajos–condiciones de seguridad e higiene, se debe conservar lo siguiente:

- Los factores que se deben considerar para determinar si se requiere Instalar pararrayos en una estación de autoconsumo y en su caso el tipo de pararrayos a utilizar para drenar a tierra las descargas eléctricas atmosféricas, son:
 1. El nivel insoceraunico de la región.
 2. Las características fisicoquímicas de los combustibles que se almacenan.
 3. Las características físicas de las estructuras e instalaciones metálicas que soportan descargas eléctricas atmosféricas.
 4. Las estructuras e instalaciones conectadas al sistema de tierras.
 5. La altura de los edificios colindantes.
 6. Las características y resistividad del terreno.
 7. La existencia de equipo e instalaciones superficiales (tanques, tuberías y venteos).
 8. El ángulo o zona de protección del pararrayos.
 9. La altura del pararrayos y el sistema para drenar a tierras las corrientes generadas por las descargas eléctricas atmosféricas.
- La resistencia de la red de tierras para colocar los sistemas de pararrayos no debe ser en ningún caso mayor a 10 ohm.
- No se deben utilizar pararrayos que funcionen a base de materiales radiactivos.

Cuando se determine que se requiere proteger la estación de autoconsumo de descargas eléctricas atmosféricas, no se pueden colocar pararrayos a menos de 1.50 metros de separación de las tuberías de venteo de tanques de almacenamiento y la altura será de tal manera que las áreas clasificadas como peligrosas de la descarga de los venteos quedan protegidas de las descargas eléctricas atmosférica. Las varillas de

conexión a tierra del sistema de protección se colocaran fuera de las áreas clasificadas como peligrosa de dispensarios y tanques de almacenamiento.

En el caso que no exista más opción de colocar un pararrayos del sistema de protección en alguna de las tuberías de venteo, se debe asegurar que la sección inferior del pararrayos se localice a más de 1.50 metros de altura, del punto más alto del venteo, que los materiales, diámetros y conexiones de los cables eléctricos sean los adecuados y que se incorpore en la descarga del venteo un dispositivo que impida el paso de flama al interior de la tubería el cual debe estar certificado.

Por ningún motivo se permitirá instalar pararrayos en la tubería de venteo cuando la estación de autoconsumo opere con sistema de recuperación de vapores fase II.

Corresponde a la unidad de verificación acreditada, sancionar los estudios realizados para la instalación del sistema de pararrayos y emitir el dictamen de conformidad con la NOM-022-STPS-2008.

2.10. Prueba de instalaciones.

Las pruebas tienen como objetó verificar que la instalación eléctrica se encuentre perfectamente balanceada, libre de corto circuito y tierras mal colocadas.

Todos los circuitos deben estar totalmente verificados antes de ser energizados y serán evaluados antes de ser conectadas a sus respectivas cargas.

El sistema del control, los circuitos y la instalación eléctrica deben ser inspeccionados y puestos en condiciones de operación, realizando los ajustes que se consideren necesarios. Toda la instalación eléctrica estará certificada por la unidad de verificación de instalaciones eléctricas.

Después de concluir la obra, los instaladores procederán a realizar las pruebas de funcionamiento de los aparatos y equipos que hayan instalado.

3. Desarrollo.

Alcance.

El alcance de esta memoria incluye la propuesta para el suministro de energía eléctrica en media tensión en forma subterránea con una subestación tipo pedestal particular propiedad del usuario cálculo a su capacidad protecciones, eléctricas, tablero de distribución principal, alimentadores eléctricos, tableros de alumbrado, circuitos derivados, balanceo de cargas, y cálculo de alumbrado. Todo lo anterior tomando en consideración las recomendaciones (indicativas mas no restrictivas) de los fabricantes de materiales y equipos y que se describen en sus catálogos de producto. Mismos que

están debidamente certificados y evaluados por las normas oficiales mexicana NOM, y de referencia NMX-J.

Materiales.- Todos los materiales a instalarse en esta obra serán nuevos y de primera calidad misma que deben estar certificados bajo las siglas “NOM” Norma Oficial Mexicana. El constructor deberá presentar los protocolos avisos de prueba de todos los materiales y equipos a instalarse de tal forma que se garantice la calidad seguridad y vida útil de los mismos.

Cuando en la presente memoria o en el proyecto se haga mención a determinadas modelos de materiales y/o equipos de las distintas marcas comerciales, estas deberán respetarse ya que sus características técnicas sirvieron de base para el cálculo del proyecto y con los cuales se pretende alcanzar los parámetros proyectados.

Canalizaciones.- Las canalizaciones son, los elementos que alojan en su interior a los conductores eléctricos.

Toda la tubería a instalarse deberá ser cedula 40. Toda la tubería de la instalación interior de circuitos derivados que vaya ahogada en concreto o bajo repello en muro será el tipo de conduit de PVC servicio pesado.

Por ningún motivo se permite alojar en las mismas canalizaciones conductores de instalaciones eléctricas con otras instalaciones: telefonía, voz, datos, etc.

Cajas de registro.- Las cajas de conexiones eléctricas empotrada en concreto, muros o aparentes, deberán ser reforzadas de lámina galvanizadas o de PVC de las dimensiones adecuadas a los tubos que van a recibir.

Registro en piso.- Los registros de conexiones eléctricas de baja tensión en la red exterior de alumbrado serán hechos con tabiques rojo, blocks de cemento arena o tabicón repellido interiormente en terminado aplanado o prefabricados dejando en el fondo interior una capa de grava y arena que servirá como dren de los escurrimientos pluviales.

Apagadores.- En los lugares en donde se requiera el control de encendido y apagado luminaria se utilizaran apagadores ocultos con tapa de aluminio anodizado o de plástico tipo normal, de la marca Square´ D, línea prime, Duna, Lunare, única o su equivalente aprobado.

Contactos.- Todos los contactos a instalar en la obra objeto de este proyecto serán polarizados, con terminal de puesta a tierra integrada y serán apuesto a la tierra con un conductor de puesta a tierra. Se recomienda instalar contacto Dúplex polarizado de la marca arrow hart a su equivalente.

Conductores.- Los conductores serán del tipo THW-LS 90°C de la marca condumex, viakon o su equivalente. El código de colores para el cableado será: blanco o gris claro para los conductores puestos a la tierra (neutro); verde o desnudo para los conductores de puesta tierra (p. a t.), y el resto de los colores para los conductores de fase.

El calibre de los conductores a instalarse se indica en los cuadros de carga (Plano IE-01, cuadros de carga y diagrama unifilar general).

Empalmes.- queda estrictamente prohibido hacer conexiones eléctricas en el interior de los tubos conduit. Todos los empalmes uniones y extremos libres de los conductores deben aislarse con cinta plástica de vinilo scotch 33 o su equivalente. En el caso de la red exterior el aislamiento deberá hacerse de tal manera que evite la entrada de humedad de las partes, portadoras de corriente.

Tableros.- Todos los tableros a instalar en el interior del edificio serán del tipo o maraca Square D o equivalente del catálogo indicado en los cuadros de carga respectivo (plano IE-02 cuadro de carga y diagrama unifilar general) en gabinete de usos generales los cuales alojaran a los interruptores tipo termo magnéticos que protegerán a los circuitos derivados. La capacidad interruptiva de los interruptores no será menor a 10,000 RMS.

Puesta a tierra.- Todos los contactos, tableros, bombas y cualquier parte metálica expuesta que pudiera transportar corrientes no deseados deberán ser puestos a tierra.

Subestación eléctrica.- Se tomara del sistema de tierra. El cual se hará con varillas de tierra copperweld de 3.0 m de longitud por 5/8" de diámetro enterradas verticalmente y que serán unidas entre sí por un conductor de cobre desnudo número 4/0 AWG en forma de anillo. El arreglo quedara enterrado por los menos a 0.80 m.

Selección y cálculos descriptivos.- El suministro de energía eléctrica será en media tensión 13.2 KV 3f-3h, se propone alimentarse del ramal trifásico aéreo existente 3f-3h, 13.2 KV, ubicado en el punto descrito (ver plano eléctrico ie-03 plano de puto de conexión) que alimentara a una subestación tipo Pedestal de 75 KVA, 13,200-220/127 Vca, 60 HZ, operación radical propiedad del usuario.

La medición para la gasolinera estación de servicio en Tuxtla S.A de C.V. será directa con una base para medición de 7 terminales – 200 amperes tal como se describe en el plano IE-01 (cuadros de descargas y diagrama unifilar general).

Capacidad.- La capacidades la subestación eléctrica se elige en función de la densidad la carga por servir, del cuadro general de cargas general del plano IE-04 cuadros de carga y diagrama unifilar general, observamos la carga instalada en cada uno de los tableros derivados obteniendo que la carga total sea de **44,388.00watts**.

Para defectos de cálculo de esta memoria, el factor de potencia a considerar es del 90%

La capacidad del transformador se determina de la siguiente formula:

$$Kvat = (c.i. \times f.d. \times f.c.) / f.p.$$

Dónde:

Kvat= potencia aparente del transformador.

c.i. = carga instalada en watts.

f.d. = factor de demanda en %

f.c. = factor de crecimiento en %

f.p. = factor de potencia.

Determinación del factor de demanda. F.d.

Tipo de carga	Carga instalada (w)	Factor de demanda	Demanda máxima
TAB. O	25,223.00	1.0	25,223.00
TAB. F	10,931.00	1.0	10,931.00
TAB. R	2,350.00	1.0	2,350.00
TAB. D	5,884.00	1.0	5,884.00
TOTAL	44,388.00		44,388.00

Por lo tanto el factor de demanda es:

$$F.D.= 44,388.00/44,388.00 = 1.00$$

El factor de crecimiento f.c. lo consideramos al 30% al considerar la posibilidad de incrementos futuros de carga como son ventiladores, equipos de aire acondicionado, o construcción de alguna estructura más.

Por lo que:

$$Kvat= 44,388.00 \times 1.00 \times 1.30) / 0.9$$

$$Kvat= 57,704.40/1000$$

Kvat= 57.70 KVA.

Recomendamos elegir un transformador de capacidad inmediata superior al valor obtenido, y es el de **75 KVA**, que tendrá un factor de utilización máximo del 80% de su capacidad.

Se instalara un transformador trifásico tipo pedestal operación radial norma j sin protocolo conexión delta estrella con relación de transformación 13,200-220/127 Vca, 60 Hz, con cuatro rangos de 2.5% cada una, dos arriba y dos abajo del voltaje nominal.

Protección en el lado primario.

Por el tipo de subestación seleccionada: pedestal, es preciso tener presente que estos equipos cuentan con elementos de protección integrados desde fabrica como son: fusibles de expulsión, fusibles limitadores de corriente y fusibles de aislamiento y que se encuentran debidamente aprobados por NOM-J-409 y ANSI C-57.91.

La sección y coordinación del fusible de expulsión para la transición así como el marco interruptivo es responsabilidad de la compañía suministradora y lo determinara en las bases de proyecto, sin embargo, se propone el siguiente en función del tamaño de la subestación.

Protección contra sobre corriente para la acometida en media tensión

$$I_n = (KVA \times 1000) / (1.732 \times e)$$

$$I_n = (75 \times 1000) / (1.732 \times 13,200)$$

$I_n = 3.28$ amperes.

$I_c = I_n \times 200\%$

$I_c = 3.28 \times 200\%$

$I_c = 6.56$ A.

$I_c = 7$ amperes

Dónde:

I_n = corriente nominal del transformador en el lado primario.

K_{vat} = capacidad del transformador expresada en KVA.

e = voltaje en el lado primario.

I_c = corriente corregida.

Lo anterior en cumplimiento con la sección 450-3 (a) NOM-001-SEDE-2012, cada transformador de más de 600 volts nominales debe tener dispositivos de protección con fusibles para el primario con ajuste del 300% como máximo de la corriente nominal.

Por lo tanto el tamaño del fusible de expulsión que recomendamos es de 7 amperes.

Protección contra sobre voltaje.

La protección contra sobre voltaje se hará a través de apartarrayos tipo rider pole clase 15 KV, que deberán ser conectados sólidamente a tierra mediante un conductor de cobre desnudo cal. 4 AWG.

3.1. Calculo de corrientes de corto circuito.

Las dimensiones de una instalación eléctrica y de los materiales que se instalan así como la determinación de las protecciones de personas y bienes precisan el cálculo de las corrientes de corto circuito en cualquier punto de la red. Se refiere al caso de los cortocircuitos radiales en BT y AT. También se pretende ofrecer un buen conocimiento de los métodos de cálculo para determinar las corrientes de corto circuito, incluso utilizando los medios informáticos.

Cualquier instalación eléctrica debe de estar protegida contra los cortos circuitos y esto, salvo excepción, en cada punto que se presenta una discontinuidad eléctrica, lo que corresponde casi siempre con un cambio de sección de los conductores. La intensidad de la corriente de corto circuito debe calcularse para cada uno de los componentes que deberán soportar o cortar la corriente de efecto.

3.2. Características de los cortos circuitos.

Las principales características de los cortos circuitos son:

- ❖ **Su duración:** auto extingible, transitorio, permanente.
- ❖ **Su origen:** originados por factores mecánicos (rotura de conductores, conexión eléctrica accidental entre dos conductores producida por un objeto conductor extraño, como herramientas o animales), o debido a sobretensiones eléctricas de origen interno atmosférico.

Causados por la degradación del aislamiento provocada por el calor, la humedad o un ambiente corrosivo.

❖ **Su localización:** dentro o fuera de una maquina o un tablero eléctrico.

Desde otro punto de vista los cortos circuitos pueden ser:

Monofásicos: 80% de los casos, Bifásicos: 15 % de los casos. Los de este tipo, suelen degenerar en trifásicos, Trifásicos: de origen, solo el 5 % de los casos. En la **figura 3.2.1** se representan estos diferentes tipos de corto circuitos.

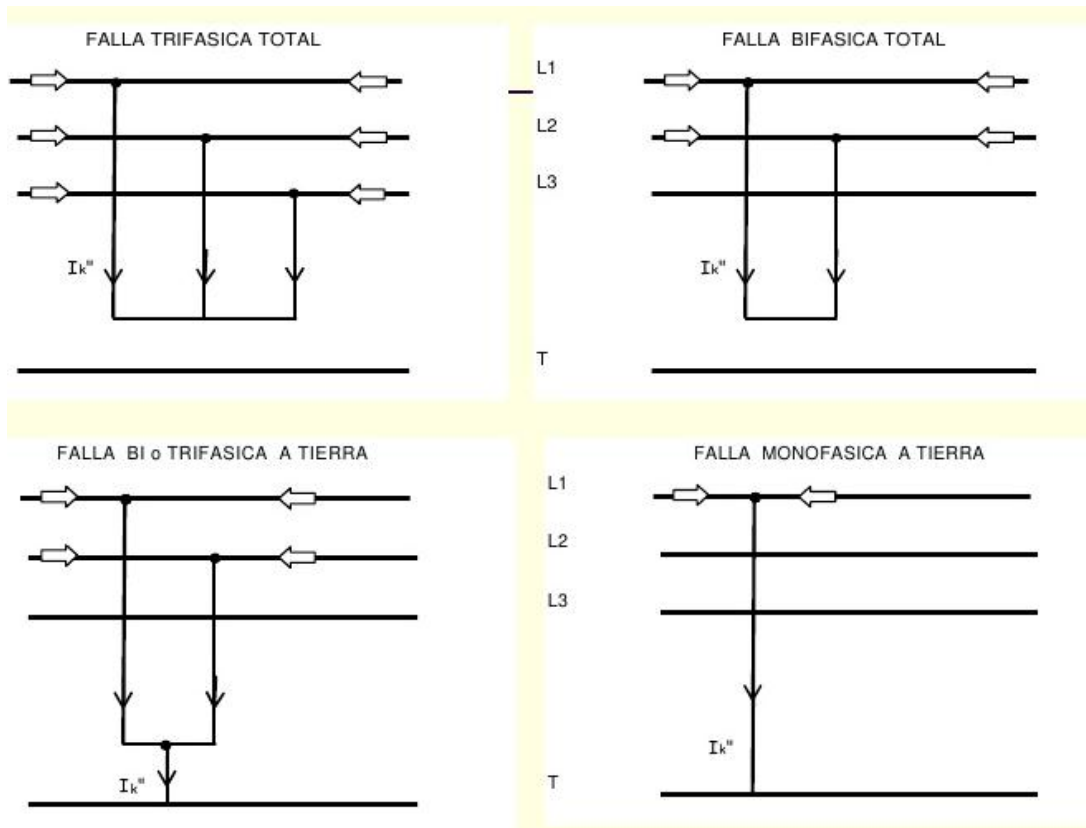


FIG. 3.2.1. TIPOS DE CORTO CIRCUITO.

3.3. Consecuencia de los cortocircuitos.

Depende de la naturaleza y duración de los defectos, del punto de instalación afectado y de la magnitud de la intensidad. Según el lugar del defecto, la presencia de un arco puede degradar los aislantes, fundir los conductores, provocar un incendio o representar un peligro para personas.

Según el circuito afectado, puede presentarse, sobreesfuerzo electrodinámicos, con deformación de los juegos de barra y arrancado o desprendimiento de los cables.

Sobrecalentamiento debido al aumento de pérdidas por joule, con riesgo de deterioro de los aislantes.

Para los otros circuitos eléctricos de la red afectada o de redes próximas: bajadas de tensión durante el tiempo de eliminación del defecto, de algunos milisegundos a varias centenas de milisegundos, desconexión de una parte más o menos importante de la instalación, según el esquema y la selectividad de sus protecciones, inestabilidad

dinámica y/o pérdida de sincronismo de las máquinas y perturbaciones en los circuitos de mando y control.

Las corrientes de cortocircuito son en general varias veces mayores que las nominales

- Provocan sobrecargas dinámicas y térmicas elevadas
- Las corrientes de cortocircuito que circulan por tierra pueden ser también las causas de las tenciones de paso y de contacto y de interferencias inadmisibles.

Los cortocircuitos pueden provocar la distribución de aparatos y componentes o causar daños a las personas, si al proyectar no se toman en cuenta las corrientes máximas de cortocircuito. Se deben determinar las corrientes mínimas de cortocircuito, ya que resultan importantes para dimensionar y seleccionar los dispositivos de protección del sistema eléctrico.

Los cortocircuitos provocan en las redes eléctricas modificaciones en los parámetros de servicio. El paso al nuevo estado va acompañado de fenómenos electromagnéticos y electromecánicos transitorios, de los que dependen la magnitud y las variaciones temporales de la corriente de cortocircuito.

Los fenómenos transitorios están influidos por

- El tipo de cortocircuito.
- Fuentes de corriente de cortocircuito.
- En instante en que se produce el cortocircuito.
- El estado previo de la carga.
- El punto del cortocircuito.
- La forma de la red.
- La duración del cortocircuito.

Fuentes de corriente de cortocircuito

- Distintos de máquinas síncronas.
- Generadores asíncronos.
- Motores síncronos Motores asíncronos.
- Accionamientos alimentados por convertidores estáticos.
- La potencia de cortocircuito de la alimentación del suministrador.

Normalmente los motores demandan su corriente de carga de la fuente del suministrador, pero producen corriente de cortocircuito cuando ocurre un cortocircuito en la planta.

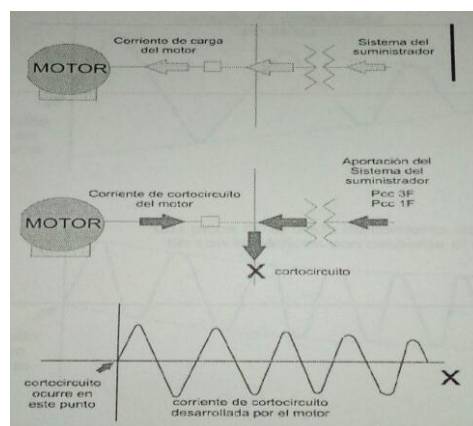


FIG.3.3.1 CORTO CIRCUITO EN MOTORES DE INDUCCION.

Corriente de cortocircuito simétrica y asimétrica

Los términos utilizados describen la simétrica de las ondas sinodales con respecto al eje de las x.

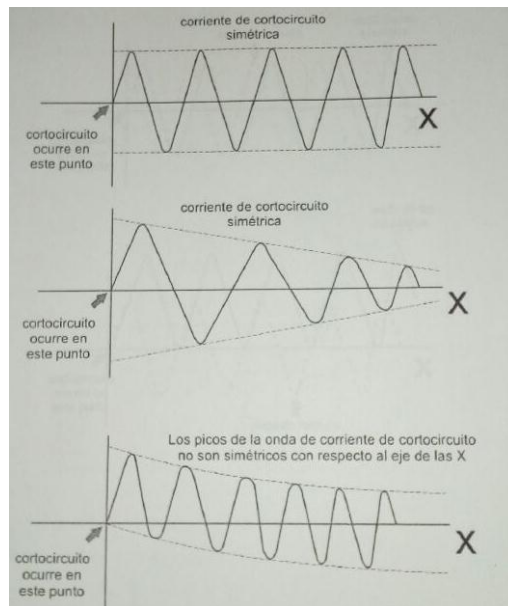


FIG.3.3.2 CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO SIMETRICA Y ASIMETRICA.

Corriente de cortocircuito simétrica.- Cuando ocurre un cortocircuito las ondas de la corriente de cortocircuito son sinodales, si un circuito contiene principalmente reactancia, cuando ocurre un cortocircuito en el pico de la onda de tensión, la corriente de cortocircuito inicia en cero y se traza una onda sinodal la cual podrá ser simétrica con respecto al eje de las x.

Si el mismo circuito ocurre un cortocircuito en el punto cero de la onda de tensión, la corriente iniciará en cero pero no seguirá una onda sinodal simétrica con respecto al eje de las x, debido a que la corriente puede estar en fase con la tensión.

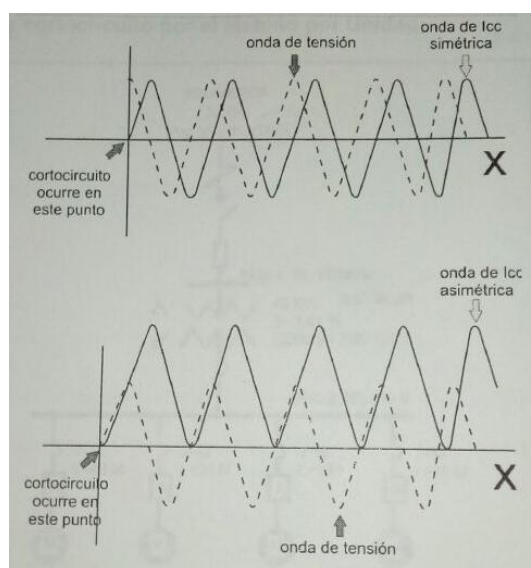
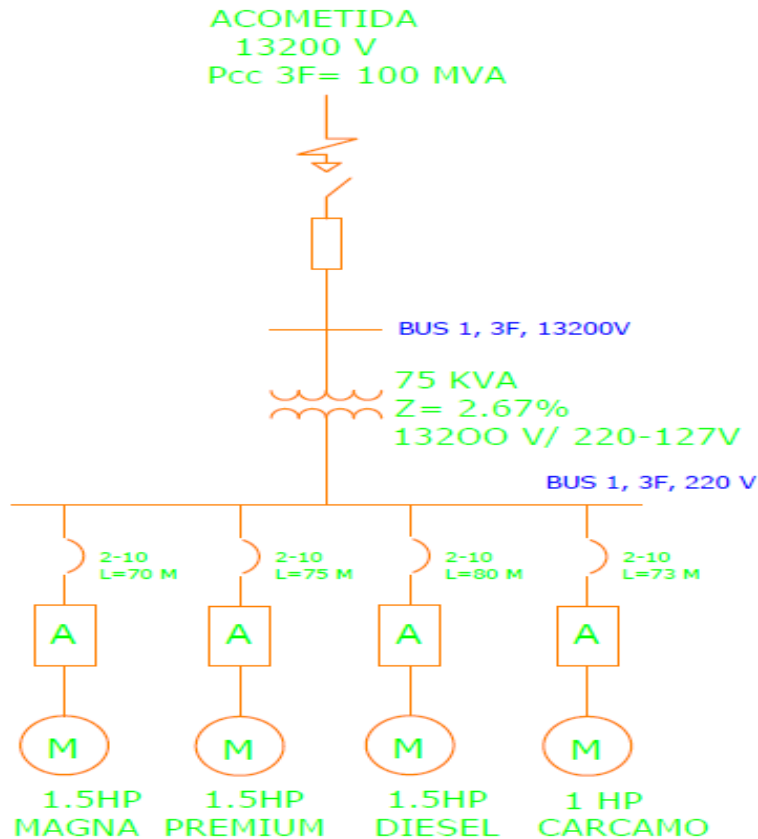


FIG.3.3.3. CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO.

3.4. Calculo de cortocircuito por el Método por Unidad.



1° Paso: Seleccionamos la potencia base.

Pcc= 100 MVA

Tensión del Bus= 13.2 KV

Pcc= potencia del Cortocircuito.

2° Paso: Conversión de las impedancias a una base común.

Tenemos un transformador tipo pedestal de 75 KVA el cual se convierte en MVA y se obtiene 0.0750 MVA. Lo que sigue es dividir esa cantidad entre la Pcc.

Suministrador $X = 0.075/100 = 0.0008$ PU

Transformador:

La fórmula que se utilizó para calcular la impedancia en P.U. (por unidad) del transformador es la siguiente:

$$Z_{pu} = \frac{\%Z \times KVA \text{ BASE}}{KVA \text{ TRANSFORMADOR} \times 100} \dots\dots\dots \text{Formula 01}$$

Z_{pu} = Impedancia en PU del transformador.

$\%Z$ = Impedancia del transformador.

$$Z_{pu} = \frac{2.67 \times 75}{75 \times 100} = 0.0267$$

Motores:

Reactancias de secuencia positiva y secuencia negativa.

La fórmula que se utilizó para calcular la reactancia en P.U. de los motores es la siguiente:

$$X_{pu} = x_{pu} \times \frac{KVA\ BASE}{KVA\ MOTOR} \dots\dots\dots Formula\ 02$$

X_{pu}= Reactancia en PU

X_{pu}= Pcc/1000

Para el primer motor tenemos:

$$X_{pu} = 0.1 \times \frac{75}{1.5} = 5\ P.U.$$

Para el segundo motor tenemos:

$$X_{pu} = 0.1 \times \frac{75}{1.5} = 5\ P.U.$$

Para el tercer motor tenemos:

$$X_{pu} = 0.1 \times \frac{75}{1.5} = 5\ P.U.$$

Para el cuarto motor tenemos:

$$X_{pu} = 0.1 \times \frac{75}{1.0} = 7.5\ P.U.$$

Cables.- En la NOM-001-SEDE 2012 Tabla 9 Resistencia y reactancia en corriente alterna para los cables a 600 volts, 3 fases a 60 Hz y 75 °C tres conductores individuales en tubo conduit, se obtiene la reactancia y la resistencia de los conductores de acuerdo a su tamaño (AWG o Kcmil) en su área en mm² para su cálculo.

1. Se multiplica la impedancia del conductor por la distancia, la resistencia y la reactancia viene en la tabla 9 de la NOM por cada kilómetro, así que tenemos que dividir la distancia entre 1000.

Para convertirlo a Z_{pu} se aplica la siguiente formula:

$$Z_{pu} = Z\ (Ohm) / Z_{base} \dots\dots\dots Formula\ 03$$

$$Z_{base}\ (ohm) = (V_{base})^2 / (75 \times 1000) \dots\dots\dots Formula\ 04$$

V_{base}=220 volts

KVA Base= 75 KVA

Se tiene que calcular primero Z_{base} la cual es la variable que se desconoce.

$$Z_{base} (\text{ohm}) = (220)^2 / (75 \times 1000)$$

$$Z_{base} = 0.6453 \text{ Ohms.}$$

Obteniendo este valor, podemos aplicar la fórmula 03 para los alimentadores.

Alimentador 1

Calibre N° 12 AWG, distancia 70 metros

$$Z = 3.9 + 0.207j$$

$$Z = (3.9 + 0.207j) (0.070)$$

$$Z = 0.2730 + 0.0145j$$

$$Z_{pu} = \frac{(0.2730 + 0.0145j)}{0.6453} = 0.4231 + 0.0225j$$

$$\mathbf{Z_{pu} = 0.4231 + 0.0225j}$$

Alimentador 2

Calibre N° 12 AWG, distancia 75 metros

$$Z = 3.9 + 0.207j$$

$$Z = (3.9 + 0.207j) (0.075)$$

$$Z = 0.2925 + 0.0155j$$

$$Z_{pu} = \frac{(0.2925 + 0.0155j)}{0.6453} = 0.4533 + 0.0240j$$

$$\mathbf{Z_{pu} = 0.4533 + 0.0240j}$$

Alimentador 3

Calibre N° 12 AWG, distancia 80 metros

$$Z = 3.9 + 0.207j$$

$$Z = (3.9 + 0.207j) (0.080)$$

$$Z = 0.3120 + 0.0166j$$

$$Z_{pu} = \frac{(0.3120 + 0.0166j)}{0.6453} = 0.4835 + 0.0257j$$

$$Z_{pu} = 0.4835 + 0.0257j$$

Alimentador 4

Calibre N° 12 AWG, distancia 73 metros

$$Z = 3.9 + 0.207j$$

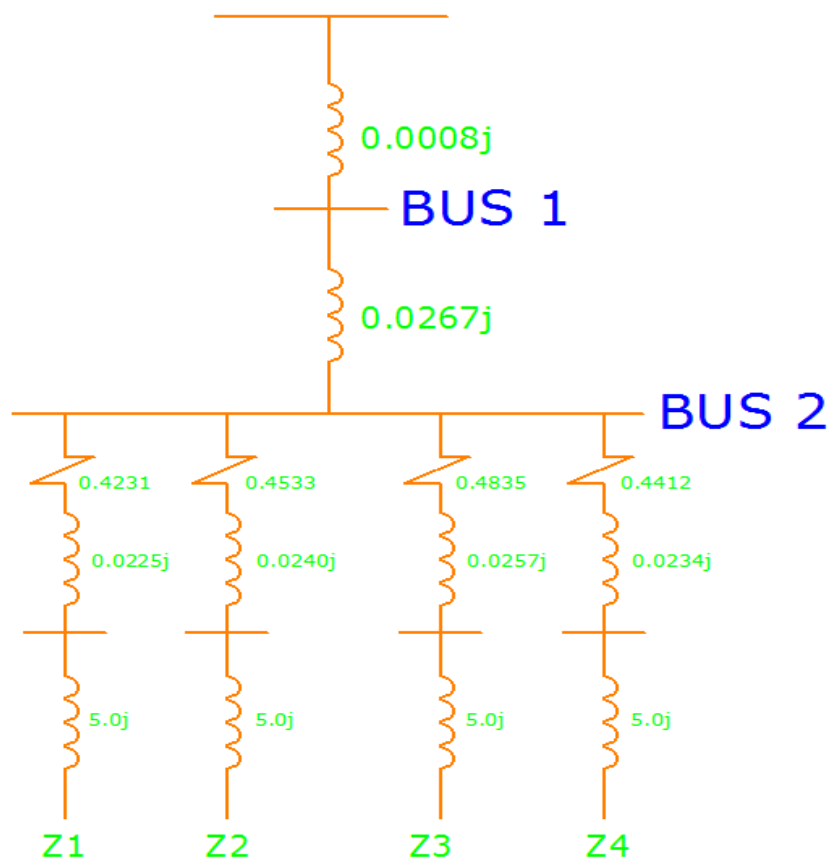
$$Z = (3.9 + 0.207j) (0.073)$$

$$Z = 0.2847 + 0.0151j$$

$$Z_{pu} = \frac{(0.2847 + 0.0151j)}{0.6453} = 0.4412 + 0.0234j$$

$$Z_{pu} = 0.4412 + 0.0234j$$

3° Paso: se elabora el diagrama de impedancias.



4° Paso: se calcula la falla en el bus 1.

Para cambiar el número de forma rectangular a forma polar se realiza las siguientes formulas:

$$Z = \sqrt{R^2 + XL^2} \dots \dots \dots \text{Formula 05}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{XL}{R} \right) \dots \dots \dots \text{Formula 06}$$



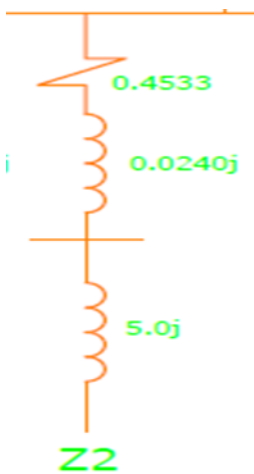
$$Z1 = 0.4231 + 0.0225j + 5j$$

$$Z1 = 0.4231 + 5.0225j$$

$$Z = \sqrt{0.4231^2 + 5.0225^2} = 5.0403$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{5.0225}{0.4231} \right) = 85.1847$$

$$\mathbf{Z1 = 5.0403 \angle 85.1847}$$



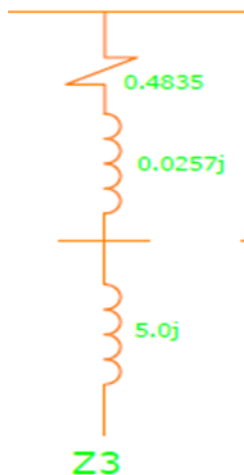
$$Z2 = 0.4533 + 0.0240j + 5j$$

$$Z2 = 0.4533 + 5.0240j$$

$$Z = \sqrt{0.4533^2 + 5.0240^2} = 5.0444$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{5.0240}{0.4533} \right) = 84.8443$$

$$\mathbf{Z2 = 5.0444 \angle 84.8443}$$



$$Z3 = 0.4835 + 0.0257j + 5j$$

$$Z3 = 0.4835 + 5.0257j$$

$$Z = \sqrt{0.4835^2 + 5.0257^2} = 5.0489$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{5.0257}{0.4835} \right) = 84.5047$$

$$\mathbf{Z3 = 5.0489 \angle 84.5047}$$



$$Z4 = 0.4412 + 0.0234j + 5j$$

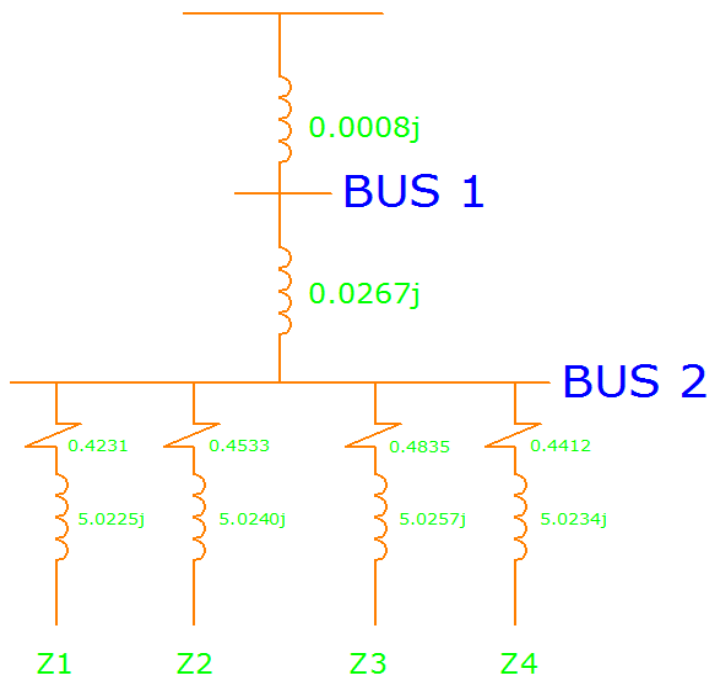
$$Z4 = 0.4412 + 5.0234j$$

$$Z = \sqrt{0.4412^2 + 7.5234^2} = 7.5363$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{7.5234}{0.4412}\right) = 86.6438$$

$$Z4 = 7.5363 \angle 86.6438$$

Diagrama simplificado 1.1



Reduciendo impedancias:

$$Z5 = \frac{Z1 \times Z2}{Z1 + Z2}$$

$$Z5 = \frac{(5.0403 \angle 85.1847) \times (5.0444 \angle 84.8443)}{(0.4231 + 5.0225j) + (0.4231 + 5.0240j)}$$

$$Z5 = \frac{(25.4253 \angle 170.0900)}{(0.8462 + 10.0465j)}$$

$$Z5 = \frac{(25.4253 \angle 170.0900)}{(10.0821 \angle 85.1854)}$$

$$Z5 = 2.5218 \angle 84.9046 = 0.2240 + 2.5119j$$

$$Z6 = \frac{Z3 \times Z4}{Z3 + Z4}$$

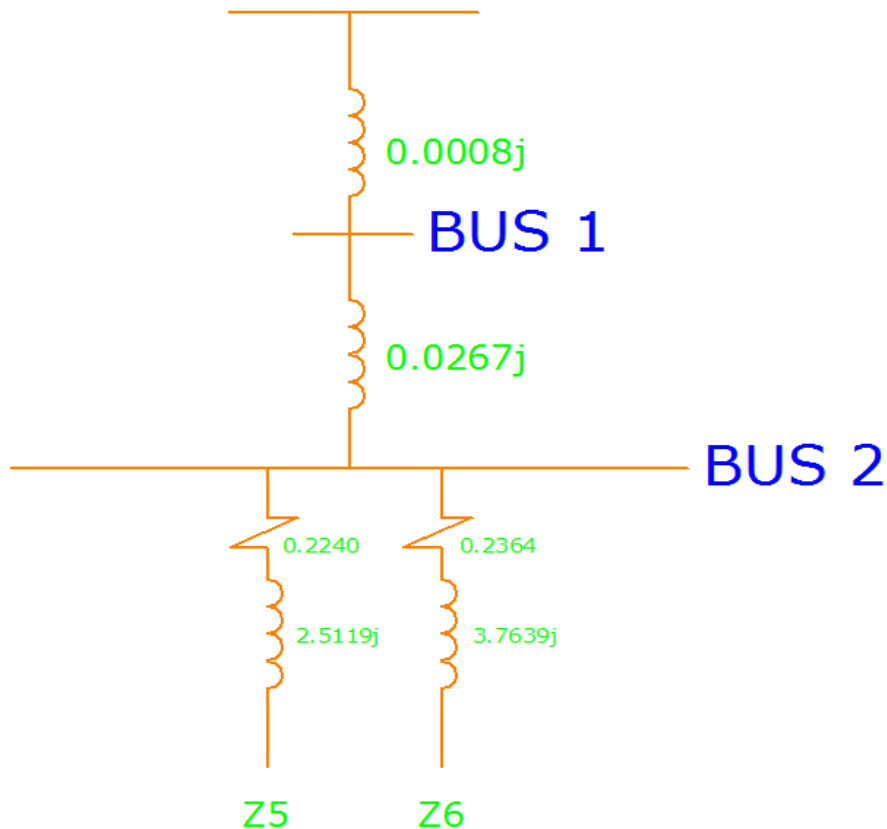
$$Z6 = \frac{(5.0489 \angle 84.5047) \times (7.5363 \angle 86.6438)}{(0.4835 + 5.0257j) + (0.4412 + 5.0234j)}$$

$$Z6 = \frac{(38.0500 \angle 171.1485)}{(0.9247 + 10.0491j)}$$

$$Z6 = \frac{(38.0500 \angle 171.1485)}{(10.0916 \angle 84.7426)}$$

$$Z6 = 3.7705 \angle 86.4059 = 0.2364 + 3.7630j$$

Diagrama simplificado 1.2



$$Z7 = \frac{Z5 \times Z6}{Z5 + Z6}$$

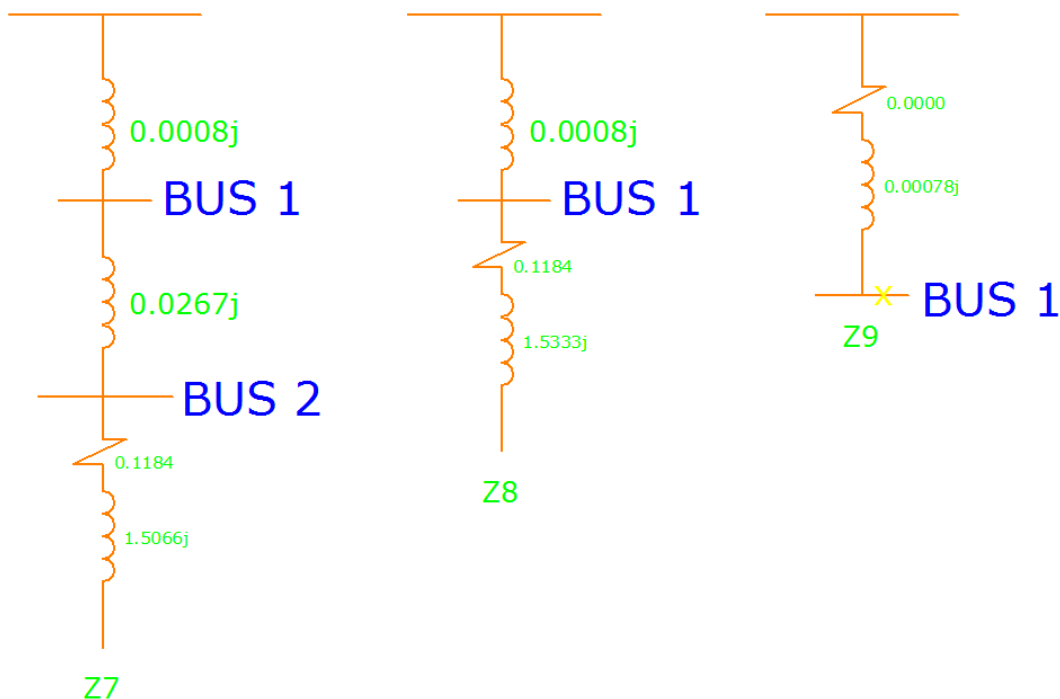
$$Z7 = \frac{(2.5218 < 84.9046) \times (3.7705 < 86.4059)}{(0.2240 + 2.5119j) + (0.2364 + 3.7630j)}$$

$$Z5 = \frac{(9.5084 < 171.3100)}{(0.4604 + 6.27491j)}$$

$$Z5 = \frac{(9.5084 < 171.3100)}{(6.2918 < 85.8036)}$$

$$Z7 = 1.5112 < 85.5070 = 0.1184 + 1.5066j$$

Diagrama simplificado 1.3



Para calcular Z8 se observa que está en serie con la impedancia del transformador lo cual se suma y da como resultado lo siguiente:

$$Z8 = (0.1184 + 1.5066j) + (0.0267j)$$

$$Z8 = 0.1184 + 1.5333j$$

Para calcular Z9 se observa que está en paralelo con la impedancia del suministrador, y se realiza el siguiente cálculo:

$$Z9 = \frac{(0.0008 < 90) \times (1.5378 < 85.5844)}{(0.0008j) + (0.1184 + 1.5333j)}$$

$$Z_9 = \frac{(0.0012 < 175.5844)}{(0.1184 + 1.5341j)}$$

$$Z_9 = \frac{(0.0012 < 175.5844)}{(1.5386 < 85.5867)}$$

$$Z_9 = 0.00078 < 89.9977 = 0.0000 + 0.00078j$$

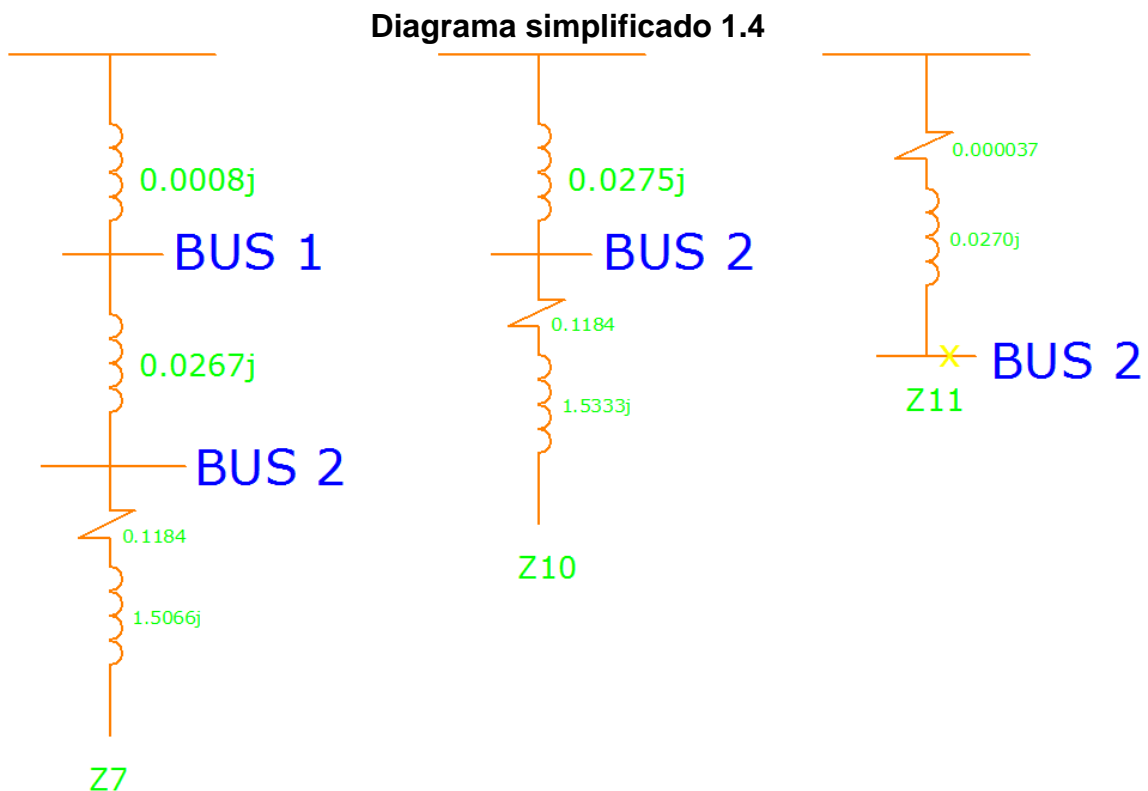
Calculamos la corriente de cortocircuito del bus 1 (I_{ccbus1}):

$$I_{ccbus\ 1} = \frac{1}{0.00078} = 1282\ P.U.$$

$$I_{base} = \frac{75}{\sqrt{3} \times 13.2} = 3.28A$$

$$\underline{I_{ccbus} = 1282 \times 3.28\ A = 4,204.96\ A}$$

5° Paso: se calcula la falla en el bus 2.



Para el cálculo de Z₁₀, se observa que en Z₇ está en serie la impedancia del transformador con la del suministrador, la cual se suma de la siguiente manera:

$$Z_{10} = 0.0267j + 0.0008j$$

$$Z_{10} = 0.0275j$$

Para calcular Z11 se observa que está en paralelo con la impedancia del suministrador, y se realiza lo siguiente:

$$Z_{11} = \frac{(0.0275 < 90) \times (1.5378 < 85.5844)}{(0.0275j) + (0.1184 + 1.5333j)}$$

$$Z_{11} = \frac{(0.04228 < 175.5844)}{(0.1184 + 1.5608j)}$$

$$Z_{11} = \frac{(0.04228 < 175.5844)}{(1.5652 < 85.6619)}$$

$$Z_{11} = 0.0270 < 89.9221 = 0.000037 + 0.0270j$$

Calculamos la corriente de cortocircuito del bus 2 (Iccb2):

$$I_{ccb2} = \frac{1}{0.0270} = 37.00 \text{ P.U.}$$

$$I_{base} = \frac{75}{\sqrt{3} \times 0.220} = 196.82 \text{ A}$$

$$\underline{I_{ccb2} = 37.00 \times 196.82 \text{ A} = 7282.48 \text{ A}}$$

3.5. Cálculo de los conductores principales y conductores de circuitos derivados.

Alimentador principal.

Objetivo.- Establecer los criterios utilizados en el cálculo y selección del tamaño nominal de los conductores para un circuito que opera con una tensión de 220 Volts a 60 Hz.

Alcance.- Esta memoria de cálculo cubre los criterios utilizados para el cálculo y selección de los conductores para un alimentador por capacidad de conducción de corriente y caída de tensión bajo operación nominal. Los conductores seleccionados para el circuito son de cobre y tienen aislamiento THW-LS con temperatura máxima de operación de 75 °C.

Datos generales empleados.- Los datos listados a continuación constituyen los criterios considerados como base para el cálculo de los parámetros que intervienen en la selección del tamaño nominal de los conductores.

Tensión nominal del sistema: 220 Volts.

Temperatura ambiente:	35 °C
Material del conductor:	Cobre
Material del aislamiento:	THW-LS
Máxima temperatura de operación del conductor:	75 °C
Máxima caída de tensión en porciento permitida para el circuito	3 %

Datos del circuito para la selección del tamaño nominal.- Para la selección del tamaño nominal del conductor se consideraron los datos aislados a continuación:

Tipo de carga	Alimentador
Potencia	29.99 KW
Tensión nominal	220 V
Numero de fases	3
Factor de potencia del sistema	0.9000
Eficiencia	1.00
Factor de demanda	1.00
Longitud del circuito	27 m
Tipo de conductor	Mono polar
Temperatura de terminales	75 °C
Sistema de soporte o canalización	Tubo conduit
Material del soporte o canalización	Acero

Selección.- de usuario.- El conductor final, ha sido seleccionado por el usuario: calibre 1/0 AWG con tres conductores por fase debido a que la subestación es compartida con otros dos servicios además de la gasolinera, el servicio de una llantera y la del local comercial. Se valida que cumpla con los criterios de selección.

Selección del conductor.

Por capacidad de conducción.- Se calcula el valor de la corriente nominal a partir de la ecuación:

$$I_N = [KW \cdot 1000] / [1.73 \cdot V \cdot FP \cdot Eff]$$

Dónde:

I_N corriente nominal [A].

- KW capacidad nominal del alimentador.
- FS Factor de servicio.
- V Tensión nominal [Volts].
- FP Factor de potencia.
- Eff Eficacia.

Se determina el valor de la corriente nominal del equipo considerando la capacidad nominal del mismo. Obteniendo el valor de 129.43 A. De acuerdo con lo indicado en la sección 220-10 la capacidad de conducción del circuito no deberá ser menor a la carga no continua más el 125% de la carga continua que es 161.78 Amperes.

Se determina el factor de corrección por temperatura de la tabla 310-15(B) (2) (A) considerado una temperatura máxima de operación de 75.00 °C, una temperatura de terminales de 75 °C y una temperatura ambiente de 35.00 °C +0.00 °C por instalación de tubo conduit en azoteas. El factor de corrección por temperatura es de 0.94.

Se considera el conductor se instalara en tubo conduit, la corriente del conductor no deberá ser mayor que la capacidad indicada en la "tabla 310-15(b) (16).-capacidades permisibles en conductores aislados para tenciones hasta 2000 volts y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o directamente enterrados, basados en una temperatura ambiente de 30 °C de la norma oficial mexicana a NOM-001-SEDE-2012.

Se selecciona el conductor por capacidad de conducción aplicado el factor de corrección por temperatura y el factor decremental debido al tipo de canalización (para tubo, factor de corrección por agrupamiento).

Calibre (AWG/KCM)	capacidad De Cond. (75 °C)	Facr. Dec.canal/Charola	Fact Dec. temp. a 35.0 °C	Capacidad de conducción (A)
1/0	150.00 A	1.000	0.9400	150.00 A

El factor de ajuste de la capacidad de conducción de la tercera columna de la tabla Anterior es: 1.000 calculado de acuerdo con el siguiente desglose:

Factor de ajuste tubo condición	valor
Porcentaje de carga armónica (Fa)	0% 1.000
Agrupamiento (Fag) otro	1.000
Puesta a tierra en 2 puntos (Fs)	1.000

Definida usuario [---] (Fu)

1.000

$$\text{Factor} = F_a * F_{ag} * F_{rs} * F_s * F_u$$

Se determina el conductor con tamaño nominal adecuado de la tabla referida con anterioridad, aplicado los factores de ajuste y calculando la capacidad de conducción corregida para 1 conductor por fase de calibre 2/0 AWG (164.50 A.) y se verifica que cumpla con la condición de que la capacidad de conducción de corriente corregida del conductor sea mayor que la corriente para selección del conductor.

Selección por caída de tensión.-Aplicado la nota del artículo 310-15(a) (1) Nota 1 .La cual indica que esa sección no toma en consideración la caída de tensión en los circuitos. Se verifica que el calibre del conductor propuesto cumpla con los requisitos de caída de tensión. En cumplimiento con el art. 2015-2 (a) (1) en su nota 3 (para alimentadores) Y/O con el art 2010-19 (a) (1) en su nota 4 (para circuitos derivados); se define una máxima caída de tensión permisible del circuito de 3.00% y aplicando la ecuación:

$$e\% = [1.73 * L * (I/CF) * (R * \cos(\text{TETA}) + X * \text{SEN}(\text{TETA}))] / [V * 10]$$

Dónde:

- e% caída de tensión en porcentaje.
- L Longitud del conductor [metros].
- IN corriente nominal. [AMP].
- CF Números de conductores por fase.
- R Resistencia [Ohm/km].
- X Reactancia [Ohm/km].
- V Tensión del sistema [Volts].
- TETA Angulo desfaseamiento entre la tensión y la corriente.
- Cos (Teta) Factor de potencia.

Aplicando los valores de resistencia y reactancia para un conductor Mono polar, en canalización no magnética, de las tablas de resistencia indica en la "tabla 4A-7-60Hz impedance data for three-phase copper cable circuits, in approximate ohms per 1000 ft at 75C (a) three single conductors" del estándar IEEE std 141 recommended practice for Electric power distribution for industrial plants (Red book) para calibres 8 AWG en adelante y de la tabla 9.-Resistencia y reactancia en corriente alterna para los cables para 600 volts, tres fases a 60 Hz y 75 °C. Tres conductores individuales en un tubo conduit para calibres 14, 12 y 10 AWG Debido a que la aplicación almacena estos valores referidos a 90 °C, se corrige el valor de la resistencia de 90 °C a la temperatura de terminales de 75 °C de acuerdo con la fórmula:

$$[R_2/R_1] = [(T_2 + T_k) / (T_1 + T_k)]$$

Dónde:

- Tk 234.5 °C para cobre recocido estirado en frío con 100 % de conductividad.
- R2 Resistencia a la temperatura del ambiente [Ohm Ω].
- R1 Resistencia determinada a la temperatura de referencia T1 [Ohm Ω].
- T2 Temperatura ambiente del lugar de instalación [°C].

T1 temperatura empleada para la determinación de la resistencia R1 [°C].

Calibre (AWG/KCM)	Resistencia 90° (OHMS/Km)	Resistencia 75 °C (OHMS/Km)	Reactancia 60 Hz (OHMS/Km)	Caída de Tensión (%)
2/0	0.3474	0.3313	0.1397	0.6675

Se observa que la caída de tensión para el arreglo de 1 conductor por fase de tamaño nominal 2/0 AWG cumple con los requisitos de caída de tensión.

Resumen de la selección del tamaño nominal.- A continuación se presenta el tamaño nominal seleccionado, aplicando diferentes criterios, para los conductores del circuito ALIMENTADOR.

Criterio de selección	tamaño nominal	conductor (es) por fase
Capacidad de conducción	2/0 AWG	1
Caída de tensión	2/0 AWG	1
Selección usuario	2/0 AWG	1
Selección final	2/0 AWG	1
Diámetro de tubo conduit sugerido (cm/in): 4 10 / 1.50 llenado al 38.78% de		

Acuerdo al 100%

Conclusiones.- De acuerdo con la selección realizada el conductor de cobre de tamaño nominal 2/0 AWG cumple con los criterios de capacidad de conducción y caída de tensión bajo operación normal.

Datos generales empleados.- Los datos listados a continuación constituyen los criterios considerados como base para el cálculo de los parámetros que intervienen en la selección del tamaño nominal de los conductores.

Tensión nominal del sistema:	127.00 V
Temperatura ambiente:	35.00 °C
Material de conductor :	Cobre
Material del aislamiento:	THW-LS
Máxima temperatura de operación del conductor:	75.00 °C
Máxima caída de tensión en porcentaje permitida para el circuito:	3.00 %

Datos del circuito para selección del tamaño nominal.- Para la selección del tamaño nominal del conductor se consideraron los datos listados a continuación:

Tipo de carga	Alumbrado
Potencia	1.20 KW
Tensión nominal	127.00 V
Números de fase	1
Factor de potencia del sistema	0.9000
Eficiencia	1.00
Factor de demanda	1.0000
Longitud del circuito	15 m
Tipo de conductor	Mono polar
Temperatura de terminales	75 °C
sistema de soporte o canalización	Tubo conduit
Material del soporte o canalización:	Acero

Selección del calibre del conductor utilizando un conductor por fase.

Selección por capacidad de conducción.- se calcula el valor de la corriente nominal a partir de la ecuación.

$$NI = [KW * 100] / [V * FP * Eff.]$$

Dónde:

- IN Corriente nominal [A]
- KW Capacidad nominal del alumbrado [KW]
- FS Factor de servicio
- V Tensión nominal [Volts]
- FP Factor de potencia
- Eff Eficiencia.

Se determina el valor de la corriente nominal del equipo considerando la capacidad nominal del mismo. Obteniendo un valor de 10.50 A. La capacidad de conducción del circuito no deberá ser menor a la carga máxima del equipo que es de 100.00% equivalente a 10.50 empares. Se determina el factor de corrección por temperatura de la tabla 310-15(B) (2) (A), considerando una temperatura máxima de operación de 75.00 °C, una temperatura de terminales de 75 °C y una temperatura ambiente de 35.00 °C + 0.00 °C por instalación de tubo conduit en azoteas. El factor de corrección por temperatura es de 1.94.

Se considera que el conductor se instalara en tubo conduit, la corriente del conductor no deberá ser mayor que la capacidad indicada en la "tabla 310-15(b) (16).- Capacidades permisibles en conductores aislados para tenciones hasta 2000 Volts y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en la canalización, cable o directamente enterrados, basados en una temperatura ambiente de 30 °C de la norma oficial mexicana NOM-001-SEDE-2012.

Se selecciona el conductor por capacidad de conducción aplicado el factor de corrección por temperatura y el factor decremental debido al tipo de canalización (para tubo, factor de corrección por agrupamiento).

Calibre (AWG/KCM)	Capacidad de cond. (75 °C)	Fact. Dec canal/charola	Factdec temp a 35 0 °C	Capacidad de cond decre. (Amp)
12	25.00 A	1.000	0.9400	23.50

El factor de ajuste de la capacidad de conducción de la tercera columna de la tabla anterior es: 1.000. Calculado de acuerdo con el siguiente desglose:

Factor de ajuste tuvo conducción	valor
Porcentaje de carga armónica (Fa)	0 % 1.000
Agrupamiento (Fag) otro	1.000
Puesta a tierra en 2 puntos (Fs)	1.000
Definida usuario [****] (Fu)	1.000

$$\text{Factor} = Fa * Fag * Frs * Fs * Fu$$

Se determina el conductor con tamaño nominal adecuado de la tabla referida con anterioridad, aplicado los factores de ajuste y calculando la capacidad de conducción corregida para 1 conductor por fase de calibre 2/0 AWG (164.50 A.) y se verifica que cumpla con la condición de que la capacidad de conducción de corriente corregida del conductor sea mayor que la corriente para selección del conductor.

Selección por caída de tensión.-Aplicado la nota del artículo 310-15(a) (1) Nota 1 .La cual indica que esa sección no toma en consideración la caída de tensión en los circuitos. Se verifica que el calibre del conductor propuesto cumpla con los requisitos de caída de tensión. En cumplimiento con el art. 2015-2 (a) (1) en su nota 3 (para alimentadores) Y/0 con el art 2010-19 (a) (1) en su nota 4 (para circuitos derivados); se define una máxima caída de tensión permisible del circuito de 3.00% y aplicando la ecuación:

$$e\% = [2 * L * (I/CF) * (R * \cos(TETA) + X * \text{SEN}(TETA))] / [V * 10]$$

Dónde:

- e% Caída de tensión en por ciento.
- L Longitud del conductor [metros].
- IN corriente nominal. [AMPERES].
- CF Números de conductores por fase.
- R Resistencia [Ω /Km].
- X Reactancia [Ω /Km].
- V Tensión del sistema [Volt].
- TETA Angulo de desfaseamiento entre la tensión y la corriente.
- Cos (TETA) Factor de potencia.

Aplicando los valores de resistencia y reactancia para un conductor mono polar, en canalización magnética, de las tablas de resistencia indicada en la tabla "4ª-7-

60Hz impedance data for three-phase copper cable circuits, in approximate ohms per 1000 ft at 75 °C (a) three single conductors” del estándar IEEE std 141 recommended practice for Electric power distribution for industrial plants (Red book) para calibres 8 AWG en adelante y de la tabla 9.- Resistencia y reactancia en corriente alterna para los cables para 600 volts, tres fases a 60 Hz y 75 °C. Tres conductores individuales en un tubo conduit para calibres 14, 12 y 10 AWG Debido a que la aplicación almacena estos valores referidos a 90 °C, se corrige el valor de la resistencia de 90 °C a la temperatura de terminales de 75 °C de acuerdo con la fórmula:

$$[R2/R1] = [(T2+Tk) / (T1+Tk)]$$

Dónde:

Tk 234.5 °C Para cobre recocido estirado en frío con 100% de conductividad.

R2 Resistencia determinada a la temperatura de referencia t1 [ohm].

R1 Resistencia determinada a la temperatura de referencia T1 [ohm].

T2 Temperatura ambiente del lugar de la instalación [°C].

T1 Temperatura empleada para la determinación de la resistencia R1 [°C].

Calibre (AWG/KCM)	Resistencia 90° (OHMS/ Km)	Resistencia 75° (OHMS/ Km)	Resistencia 60 Hz (OHMS/ Km)	Caída de tensión
12	6.8796	6.5616	0.2066	1.4869

Se observa que la caída de tensión para el arreglo 1 de conductor por fase de tamaño nominal 12 AWG cumple con los requisitos de caída de tensión.

Resumen de la selección del tamaño nominal.- A continuación se presenta el tamaño nominal seleccionado, aplicando diferentes criterios para los conductores de los circuitos:

Criterio de selección	Tamaño nominal	Conductores por fase
Capacidad de conducción	12 AWG	1
Caída de tensión	12 AWG	1
Selección de usuario	12 AWG	1
Selección final	12 AWG	1
Diámetro de tubo conduit sugerido (cm/in): 1.60/0.50 llenado al 17.11% de acuerdo al 100%		

Conclusiones.- De acuerdo con la selección realizada el conductor de cobre de tamaño nominal 12 AWG cumple con los criterios de capacidad de conducción y caída de tensión bajo operación normal.

4. Resultados.

El cálculo de corto circuito del sistema eléctrico se realizó por el método por unidad obteniendo una corriente de corto circuito en el BUS 1 de 4,204.96 A y en el BUS 2 7,282.48 A.

Para proteger la instalación eléctrica se instala interruptores con una capacidad interruptiva de 10 KA como mínimo ya que los cálculos antes realizados nos permiten calcular la corriente de corto circuito en el sistema y está por debajo a los 10 KA.

Para seleccionar los alimentadores se realizaron cálculos previos para determinar la capacidad de la carga demandada y en base a ello seleccionar el área transversal del conductor apto para el sistema. Se obtuvieron conductores de tamaños y capacidad adecuada para el sistema y bajo esos valores tanto de capacidad de conducción como de caída de tensión se eligieron dichos conductores.

Se realizaron pruebas de medición de tierra de los electrodos artificiales y el sistema de puesto a tierra, y se obtuvieron valores permitidos por la NOM-001-SEDE 2012.

Se realizaron pruebas de fallas a tierras y de cortos circuitos, lo cual nos permitió comprobar que la instalación eléctrica se encuentra libre de cortocircuito, como también comprobar que existe continuidad efectiva en las canalizaciones y envolventes metálicas.

5. Referencias bibliográficas.

[1] http://www.iesdmjac.educa.aragon.es/departamentos/fq/temasweb/FQ4ESO/FQ4ES0%20Tema%201%20Estructura%20de%20la%20materia/9_hidrocarburos_y_fuentes_de_energa.html

[2] Hidrocarburos: Manejo Seguro, Cuarta edición, ECOE EDICIONES, Raúl Felipe Trujillo Mejía. Pág. 3, 6 y 13.

[3] <https://noticias.coches.com/noticias-motor/la-historia-de-la-primera-gasolinera-del-mundo/35206>

[4] <http://www.pemex.com/negocio/gasolineras/conocenos/Paginas/Que-te-ofrecemos.aspx>

[5] Incorporación, proyecto, construcción y puesta en marcha de estaciones de servicio, instituto politécnico nacional, escuela superior de Ingeniería y Arquitectura unidad Zacatenco, Joaquín López Guarneros. Septiembre del 2014. Pag.5, y 77.

[6] Construcción y operación de estación de servicio (gasolinera) y tienda de conveniencia, compañía petrolera del pacifico, S.A. de C.V. Informe preventivo, mayo del 2017. Pág. 14.

[7] NOM-001-SEDE 2012.

6. ANEXOS.

ANEXO A.

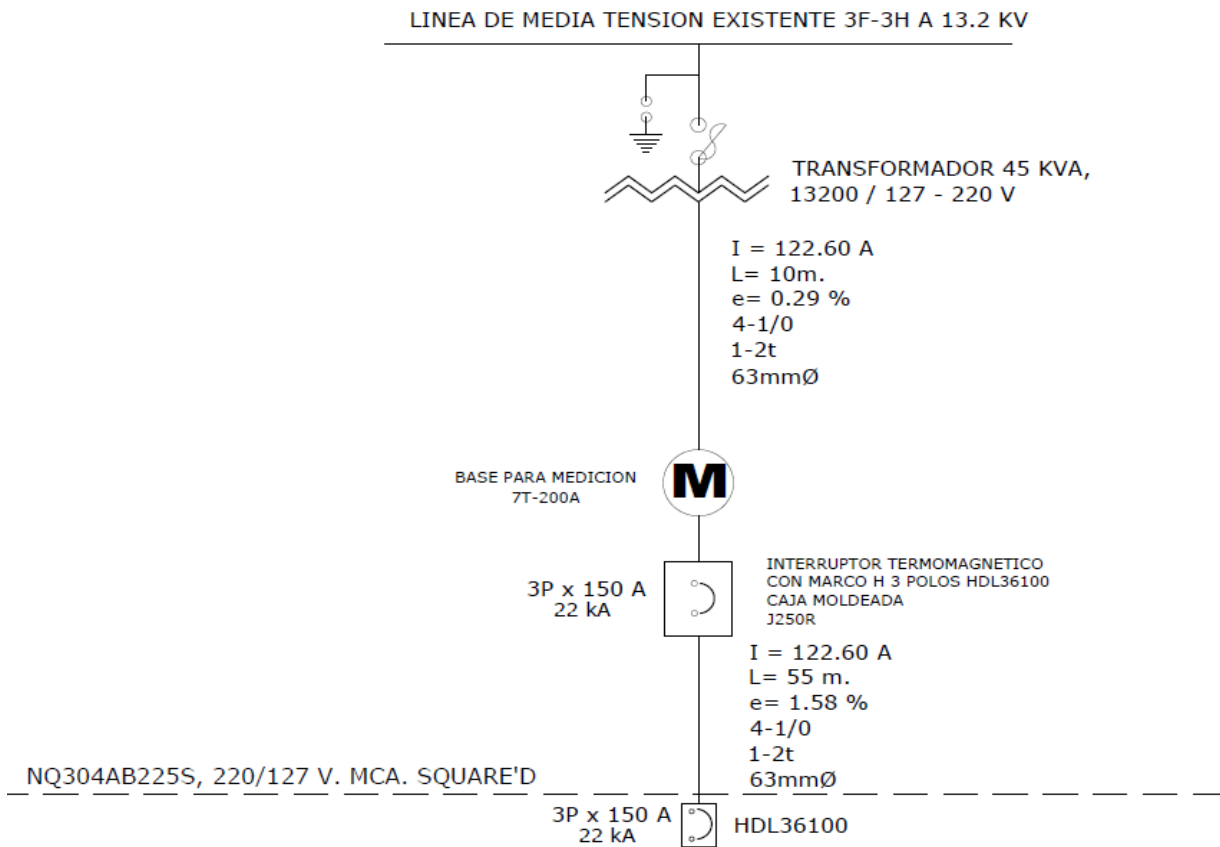


FIG.A.1 CARACTERISTICAS DE ACOMETIDA EN DIAGRAMA UNIFILAR.

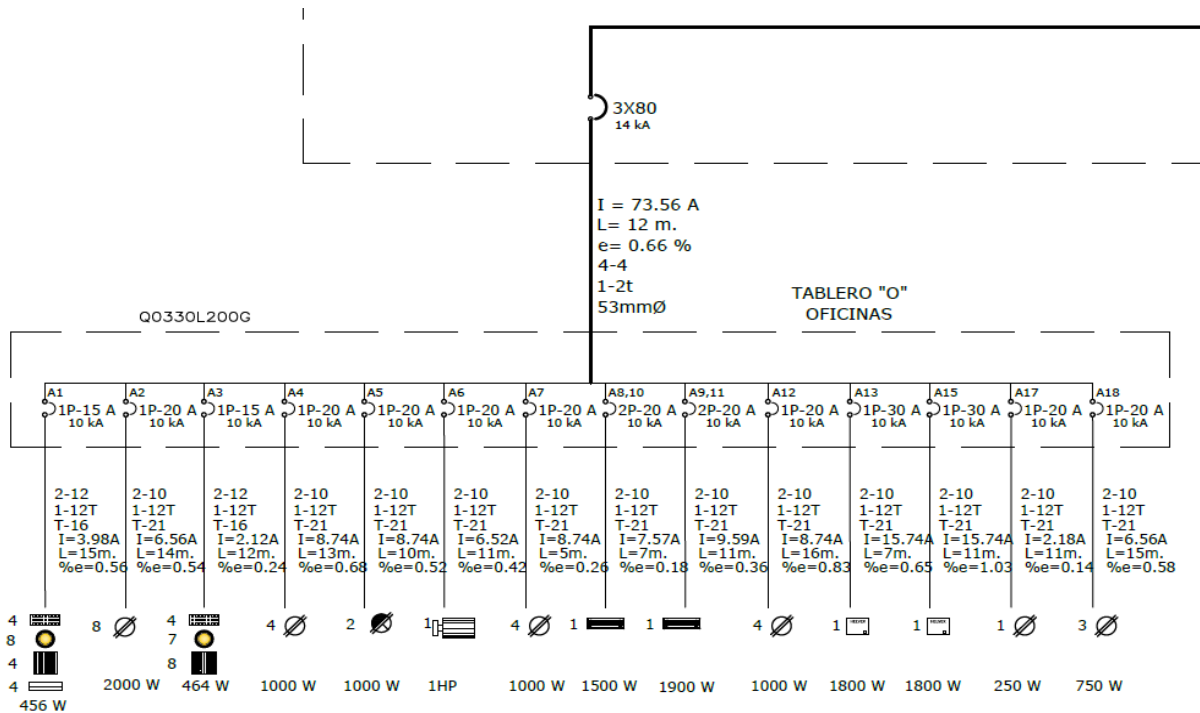


FIG.A.2 DIAGRAMA UNIFILAR CIRCUITOS DERIVADOS, DEL TABLERO DE DISTRIBUCION "O".

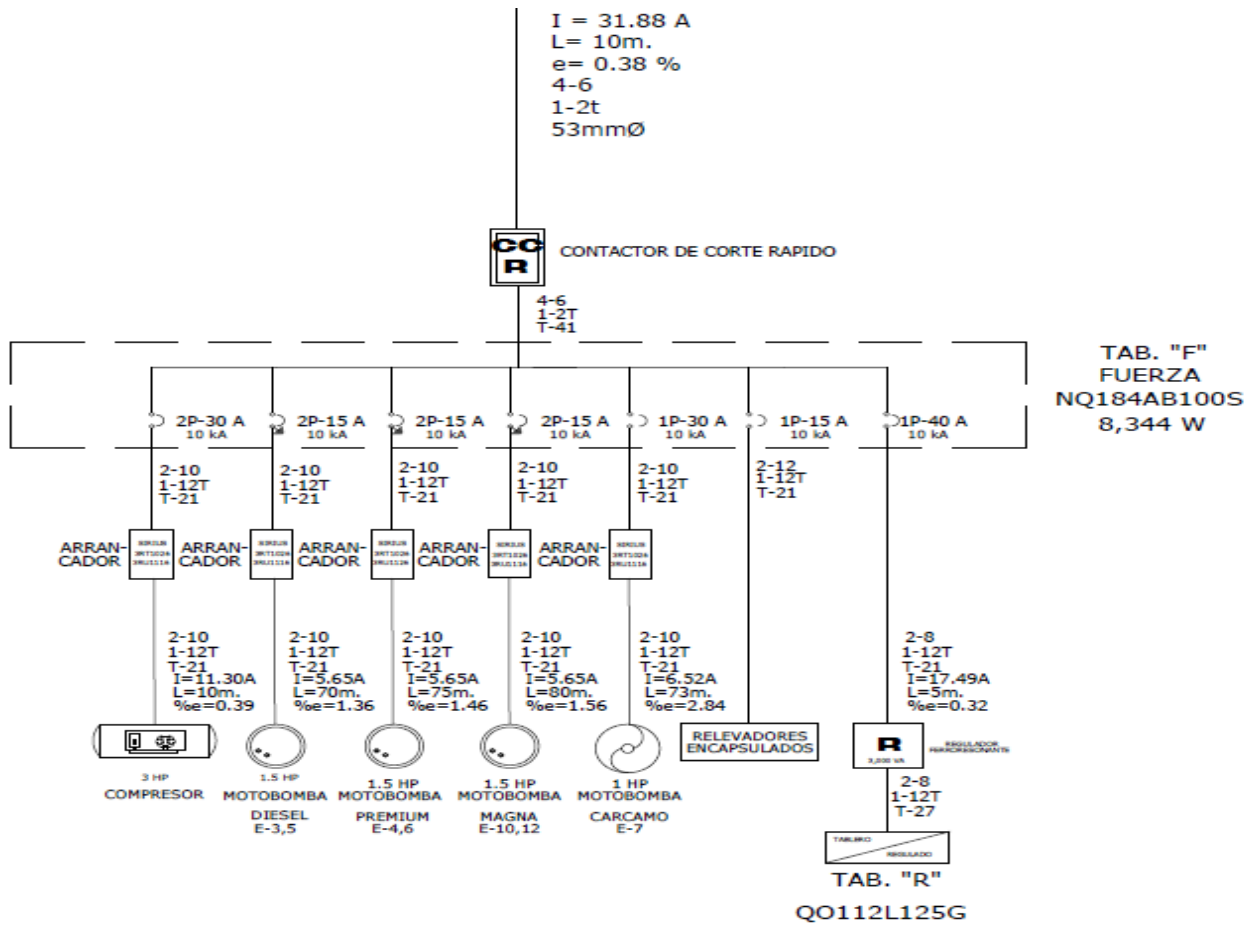


FIG.A.3 DIAGRAMA UNIFILAR, DE CIRCUITOS DERIVADOS DEL TABLERO DE DISTRIBUCION "F".

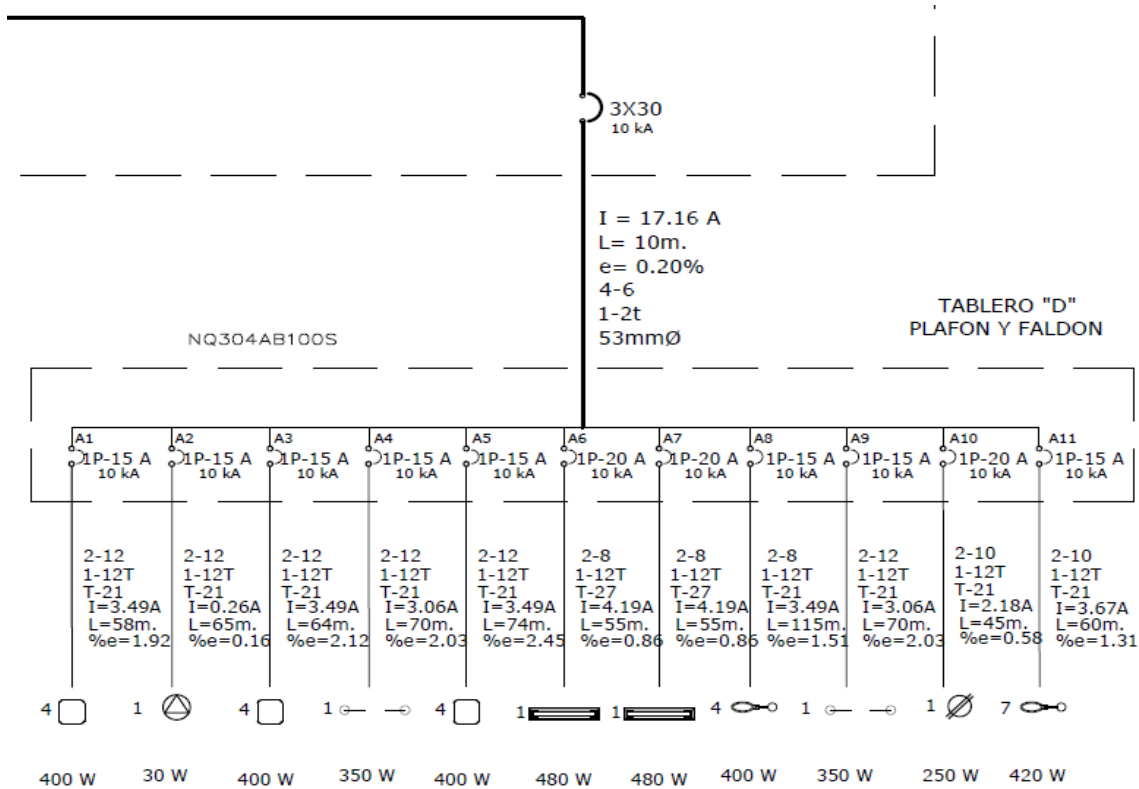


FIG.A.4 DIAGRAMA UNIFILAR DE CIRCUITOS DERIVADOS DEL TABLERO DE DISTRIBUCION "D".



FIG.B.1: REGISTRO MT PREFABRICADO PARA INTALACION SUBTERRANEA.



FIG.B.2: CONSTRUCCION DE OBRA CIVIL, HIDRAULICA Y ELECTRICA DE ISLA DE ESTACION DE SERVICIO.



FIG.B.3: INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO GENERAL 3X150A.



FIG.B.4: ARRANCADORES PARA MOTORES DE DESPACHO DE COMBUSTIBLE.



FIG.B.5: TABLERO DE DISTRIBUCION.

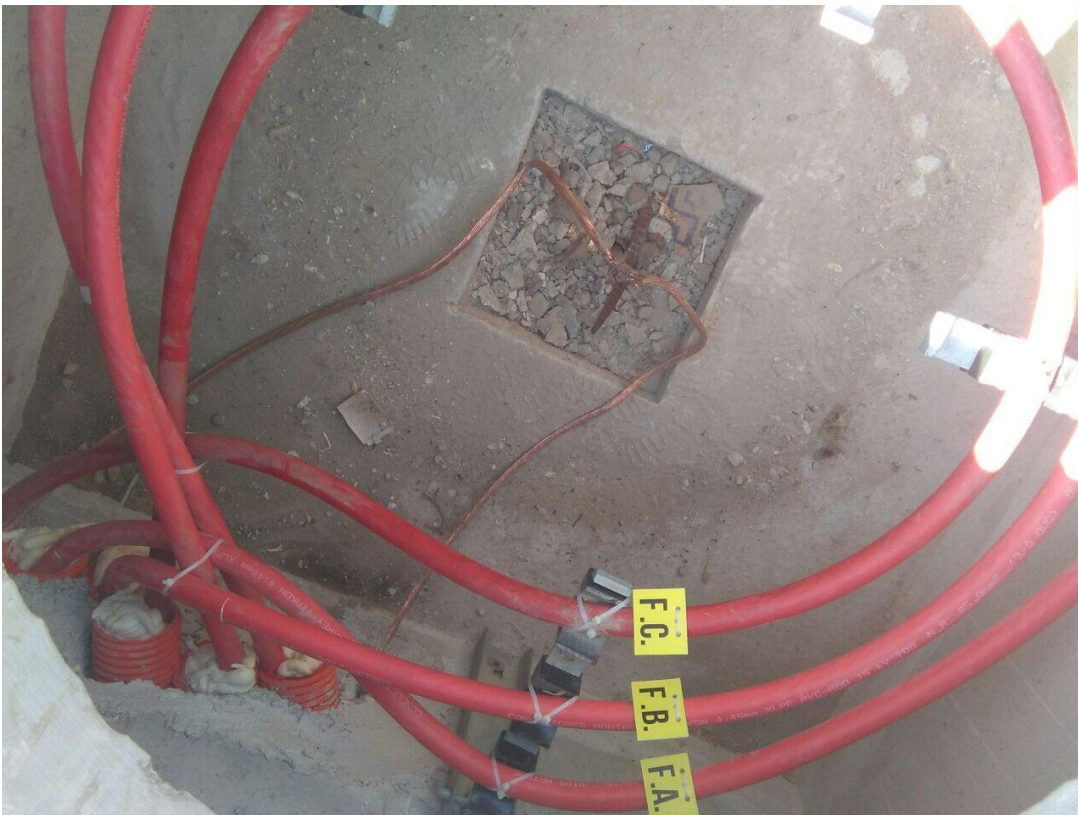


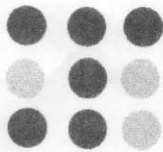
FIG.B.6 CONDUCTOR XLP EN MEDIA TENSION CAL. 3/0 AWG.



FIG.B.7 ALUMBRADO EN LA ESTACIÓN DE SERVICIO.



FIG.B.8 HIZLA DE ESTACIÓN DE SERVICIO.



CONSTRUCCIONES JCHS
PROYECTO Y CONSTRUCCION DE OBRA
ELECTRICA EN MEDIA Y BAJA TENSION

ING. JUAN CHANDOQUI SOLIS

Tuxtla Gutierrez, Chiapas 11 de Diciembre del 2017

ASUNTO: SOLICITUD DE PUNTO DE CONEXION

ING. RAMÓN PEÑA OVANDO
JEFE DEL DEPTO. PLANEACION
ZONA TUXTLA
TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS

PRESENTE


Por este medio solicito punto de conexión para la obra: **Gasolinera Gurria**, La cual se localiza en el Libramiento Norte Poniente N° 3245 Tuxtla Gutierrez, Chiapas.

ANEXO:

2 Jgo de Plano
Fotos

Sin mas por el momento me despido enviándole un cordial saludo.

ATENTAMENTE


ING. JUAN CHANDOQUI SOLIS



Av. Manuel Velasco Suárez No. 138, Col. San Juan Sabinito,
C.P. 29090, Tel (961) 164-4756
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, uvie_juanchsolis@hotmail.com

FIG. C.1 OFICIO DE PUNTO DE CONEXIÓN.

	COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD	SOLICITUD No. <u>03191515/ 2018</u>
	SOLICITUD DE SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA BAJO EL REGIMEN DE APORTACIONES	(AREA RECEPTORA) <u>DK040</u> FECHA <u>2018.01.15</u> AÑO MES DIA

POR MEDIO DE LA PRESENTE, SOLICITO SE REALICE EL ESTUDIO TECNICO - ECONOMICO PARA:
 OBTENER EL SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA () MODIFICACION DE INSTALACIONES DEL SUMINISTRADOR
 EN EL DOMICILIO Y CON LOS DATOS QUE SE INDICARAN.

DATOS DEL SOLICITANTE

NOMBRE, DENOMINACION O RAZON SOCIAL PLAN - GASOLINERA Y LOCALES COMERCIALES LIB. NORTE (EFRAIN GURRIA PENAGOS)
 DOMICILIO DEL SERVICIO SOLICITADO LIBRAMIENTO NORTE PONIENTE NO. 3245, CORREDOR COL. BONAMPAK
 ENTRE CALLES MIRADOR LOS AMOROSOS Y PROACTIVA DELEG. O MPIO. TUXTLA GUTIERREZ C.P. 29024
 ESTADO CHIAPAS TEL. 1644756
 NUM. EXT. 3245 NUM. INT. _____ NIVEL 1
 CELULAR 9611993707 E-MAIL carlos_hm92@hotmail.com

REFERENCIAS COMPLEMENTARIAS PARA LA LOCALIZACION DEL SERVICIO:
 COORDENADAS UTM: 482607, 1854575, COORDENADAS DEC.: 16.774125 -93.163207, CERCA DE PROACTIVA
 DOMICILIO PARA RECIBIR NOTIFICACIONES
 AV. MANUEL VELASCO SUAREZ NO. 138, COLONIA SAN JUAN SABINITO, TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS.

CARACTERISTICAS DEL SERVICIO SOLICITADO

TIPO *	TENSION	FASES	CLASE DE SERVICIOS
<input checked="" type="checkbox"/> NUEVO.	() BAJA.	() 1.	() DOMESTICO.
() MODIFICACION DE CARGA.	(X) MEDIA.	() 2.	(X) COMERCIAL.
() PROVISIONAL _____ MESES.	() ALTA.	(X) 3.	() INDUSTRIAL.
			() COL. o POB.
			() ESCUELA.
			() BOMBEO DE AGUAS.
			() EDIF. OFNAS. o DEPT.
			() DESARROLLOS TURISTICOS.
			() PARQUE INDUSTRIAL.
			(X) OTROS. GASOLINERA

No. DE SERVICIOS 2
 FECHA EN QUE SE REQUIERE EL SERVICIO 2018.03.15

* PARA BAJA TENSION, EN CASO DE CONOCERSE, INDICAR LA DISTANCIA ENTRE EL POSTE O REGISTRO MAS CERCANO DEL SUMINISTRADOR Y LAS INSTALACIONES DEL SOLICITANTE
0 METROS

DATOS DE CARGA Y DEMANDA DEL SERVICIO

SERVICIO NUEVO	POR CONTRATAR	
		CARGA: <u>54</u> kW

DATOS ADICIONALES PARA SERVICIOS EN MEDIA Y ALTA TENSION

CAPACIDAD DE LA SUBESTACION PARTICULAR 75 kVA TENSION PRIMARIA * 13 kV TENSION SECUNDARIA 220 V

UBICACION PROPUESTA DE LA S.E. DEL SOLICITANTE: (X) PLANTA BAJA () 1er. SOTANO () OTRO

USO DE LA SUBESTACION: () INDIVIDUAL (X) COMPARTIDA

TIPO DE LA SUBESTACION: () ENCAPSULADA (SF8) () BLINDADA () INTERPERIE () POSTE (X) PEDESTAL () OTRO

* EL SUMINISTRADOR COMUNICARA AL SOLICITANTE EL NIVEL DE TENSION CORRESPONDIENTE A LA SOLICITUD TECNICA MAS ECONOMICA.

MODIFICACION DE INSTALACIONES

() POSTES () ACOMETIDAS () SUBESTACION DEL SUMINISTRADOR () LINEAS () EQUIPO DE MEDICION () OTRO _____

DECLARO BAJO PROTESTA DE DECIR LA VERDAD, DE QUE LOS DATOS ASENTADOS SON CIERTOS:
 EN CASO DE PERSONA MORAL: NOMBRE: ING. EFRAIN GURRIA PENAGOS CARGO: PROPIETARIO
 EN CASO DE PERSONA DESIGNADA PARA REALIZAR LOS TRAMITES: NOMBRE: ING. JUAN CHANDOQUI SOLIS

FIRMA DEL SOLICITANTE _____ FIRMA: _____ TEL: _____

OBSERVACIONES:

FIG. C.2: SOLICITUD DE SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA.

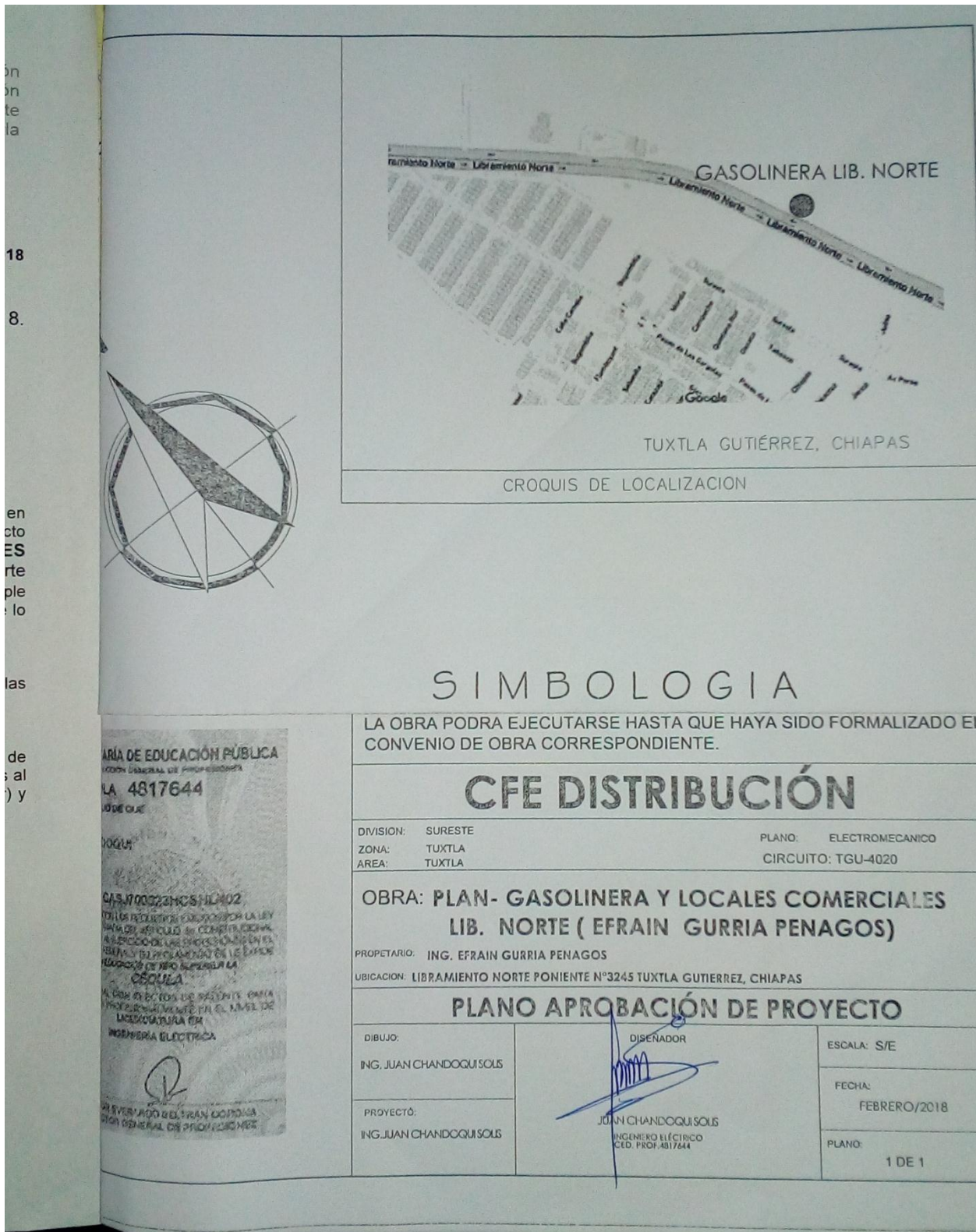


FIG.C.3: PLANO DE APROBACION DE PROYECTO.

7. CONCLUSIONES.

La instalación eléctrica realizada en este proyecto, se encuentra dentro de la clasificación de áreas peligrosas de la NOM-001-SEDE 2012. Esta sección de la NOM nos indica los lineamientos y las medidas de seguridad con que una estación de servicio debe ser construida, como también las capacidades y características con el que el material y equipo eléctrico debe cumplir de acuerdo a la clasificación en la que dicha instalación eléctrica se encuentra.

Los conductores son parte fundamental en este tipo de instalación, es por ello que la NOM menciona como prioridad utilizar conductores con aislantes THHN para la instalación eléctrica en baja tensión, ya que su aislamiento de PVC no propaga la flama. La cubierta de Nylon brinda protección mecánica y resistencia a los derivados del petróleo, agentes químicos, grasas y aceites.

Además también podemos considerar que dicho tipo de aislamiento de conductores brinda mayor resistencia a la abrasión. Lo que permite mayor deslizamiento y facilidad de instalación. Los productos con pigmentación negra, resisten a los rayos ultravioleta de la luz solar. La sección transversal de estos conductores es menor, que los conductores TW y THW, lo cual permite una reducción considerable en los costos de instalación.

También se realizaron cálculos necesarios para la obtención del valor de la capacidad de corto circuito que el sistema podía presentar, para determinar la capacidad interruptiva con que los dispositivos de protección contra sobre corriente deben contar, a lo que nos dio como resultado la instalación de equipos de desconexión con capacidad interruptiva menor a los 10 K.A.

Se realizó la verificación eléctrica por parte de una UVIE acreditada por la secretaria de energía (SENER), la cual dictamino que la instalación eléctrica en media y baja tensión cumplen con los lineamientos requeridos por la NOM-001-SEDE 2012.

El proyecto fue realizado bajo el cumplimiento de los requerimientos que las Normas Oficiales Mexicanas, NOM-001- SEDE 2012 y NOM-005-ASEA 2016, exigen, teniendo en cuenta que la primera está diseñada para la construcción en materia eléctrica y la última para el cumplimiento de medidas necesaria para la construcción de estaciones de servicio, con la finalidad de mantener la medidas de seguridad necesarias para salvaguardar la seguridad de todos y todo lo que en una estación de servicio se encuentra inmerso, tanto de seres vivos como del equipo instalado en dicho establecimiento.