

TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO

INSTITUTO TECNOLOGICO DE CULIACAN



**TITULACION INTEGRAL:
TESIS PROFESIONAL**

NOMBRE DEL PROYECTO:

**DISEÑO, CÁLCULO E IMPLEMENTACION DE
SUBESTACION 225kVA 13200/220-127VAC TIPO
PEDESTAL.**

**ALUMNO:
RAMOS AVILA CESAR FRANCISCO**

**CARRERA:
ING. ELECTRICA**

**NUMERO DE CONTROL:
15170733**



Instituto Tecnológico de Culiacán

DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ASUNTO: **Autorización de Impresión**

Culiacán, Sinaloa, 19/11/2025 13:48

C. CESAR FRANCISCO RAMOS AVILA
PASANTE(S) DE LA CARRERA DE INGENIERIA ELECTRICA
P R E S E N T E.

De acuerdo con fallo emitido por la Comisión Revisora Integrada por:

Cédula Profesional

Presidente:	Maestro en Ciencias con Especialidad en Ingeniería de Sistemas	
	María Angelina Escobar Machado	4597459
Secretario:	Ingeniero Industrial en Electricidad	
	José Octavio Rodríguez Obeso	928986
Vocal:	Ingeniero Electricista	
	Jesús Alberto Albarrán Murguía	2741362

Y considerando que reúne los requisitos establecidos en la Opción: **TITULACIÓN INTEGRAL: TESIS PROFESIONAL "DISEÑO, CÁLCULO E IMPLEMENTACIÓN DE SUBESTACIÓN 225KVA 13200/200-127VAC TIPO PEDESTAL"**, damos a usted nuestra autorización para que proceda a imprimir su trabajo profesional.

Sin otro particular, quedo de usted.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica®

CONCEPCION MENDOZA ROSALES
LIC. CONCEPCION MENDOZA ROSALES
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

Secretaría de Educación Pública
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CULIACÁN
DEPARTAMENTO DE
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Juan de Dios Bátiz 310 Pte. Col. Guadalupe C.P. 80220
Culiacán, Sinaloa. Tel. 667-454-0100
tecnm.mx www.culiacan.tecnm.mx



INDICE

Agradecimientos	2
Resumen	3
1-Introducción	6
2-Antecedentes de la empresa	7
2.1-Nombre:	7
2.2-Propósito:	7
2.4-Historia:	7
2.5-Vision	8
2.6-Valores	8
3-Descripción y Ubicación del Proyecto	9
4-Objetivos generales	10
4.1-Objetivos específicos	10
5-Actividades	11
6-Justificación	11
7-Alcance	12
8-Marco Teórico	13
8.1-Partes de una instalación eléctrica	13
8.2-Acometida:	13
8.3-Equipo de medición:	13
8.4-Cuadro general y distribución de protección:	13
8.5-Interruptores:	13
8.6-El interruptor general:	13
8.7-Transformador:	13
8.8-Tablero general:	14
8.9-Salidas para alumbrado y contacto:	14
8.10-Toma de corriente o enchufe:	14
8.11-Toma a tierra o neutro:	14
8.12-Averías más comunes en las instalaciones eléctricas:	14
8.13-Corto circuito	14
8.14-Sobrecarga	14
8.15-Perdida de aislamiento	14
8.16-Falla del interruptor diferencial	15
9-Generalidades:	15
9.1-Cálculo y tipo de la subestación	15
9.2-Tipo de subestación	16
9.3-Protección de media tensión	16
9.4-Puesta tierra	17
9.5-Cálculo de la capacidad del alimentador principal	22
9.6-Selección del conductor a puesta a tierra del alimentador principal	23
9.7-Cálculo de canalizaciones del alimentador principal sección #1	23
9.8-Por caída de tensión a plena carga	23
9.9-Sección#2	25
9.10-Selección del conductor de puesta a tierra del alimentador principal	26
9.11-Cálculo de canalizaciones del alimentador principal sección#1	27
10-Cálculo de la capacidad del interruptor derivado del equipo contra incendios	27
10.1-Calculando el dispositivo de protección contra sobrecorriente:	27
10.2-Calculando la capacidad del alimentador:	28
10.3-Por caída de tensión a plena carga	31
10.4-Por caída de tensión sección 695-7 b	32
10.5-Por caída de tensión a rotor bloqueado	34
10.6-Selección del conductor de puesta a tierra del circuito principal de el equipo contra incendio	36
10.7-Cálculo de canalizaciones del alimentador principal de equipo contra incendio	36
11-Cálculo de la capacidad del interruptor del montacargas	37
11.1-Cálculo de la capacidad del alimentador del montacargas	37
11.2-Por caída de tensión a plena carga	38
11.3-Selección del alimentador de la puesta a tierra	39
11.4-Cálculo de canalizaciones del alimentador principal del montacargas	39
12-Instalación de equipos de aire acondicionado	40

12.1.1	Cálculo de la capacidad del interruptor de equipo #1 marca LG de 25tr	40
12.1.2	Por caída de tensión a plena carga	41
12.1.3	-Selección del conductor de puesta a tierra del equipo a/a#1	43
12.1.4	Cálculo de canalizaciones del alimentador del equipo a/a #1	43
12.2.1	Cálculo de la capacidad del interruptor de equipo #2 marca LG de 20tr	44
12.2.2	Cálculo de canalizaciones del alimentador del equipo a/a#2	47
12.2.3	Cálculo de canalizaciones del alimentador del equipo a/a #2	47
12.3.1	Cálculo de la capacidad del interruptor de equipo #3 marca LG de 25tr	48
12.3.2	Por caída de tensión a plena carga	49
12.3.3	-Selección del conductor de puesta a tierra del equipo a/a #3	51
12.3.4	Cálculo de canalizaciones del alimentador del equipo a/a #3	51
12.4.1	Cálculo de la capacidad del interruptor de equipo #4 marca LG de 25tr	52
12.4.2	Por caída de tensión a plena carga	53
12.4.3	-Selección del conductor de puesta a tierra del equipo a/a #4	54
12.4.4	Cálculo de canalizaciones del alimentador del equipo a/a #4	54
13	Cálculo de la capacidad del alimentador secundario del tablero H	55
13.1	-Por caída de tensión a plena carga	55
13.2	-Selección del conductor de puesta a tierra del circuito secundario del tablero H	57
14	Cálculo de la capacidad del alimentador secundario del tablero A iluminación y contactos	58
14.1	-Por caída de tensión a plena carga	58
14.2	-Selección de puesta a tierra del circuito secundario del tablero A iluminación y contactos	60
14.3	-cálculo de canalizaciones del alimentador principal del tablero A iluminación y contactos	60
15	Cálculo de la capacidad del alimentador secundario del tablero B contactos de electrónica	61
15.1	-Por caída de tensión a plena carga	62
15.2	-Selección del conductor de puesta a tierra del circuito secundario del tablero B contactos de electrónica	63
15.3	Cálculo de canalizaciones del alimentador secundario del tablero B contactos de electrónica	63
16	-Selección de la capacidad para la planta de emergencia 36 kW existente	64
17	Cálculo de la capacidad del alimentador secundario del tablero T transferencia desde tablero principal	65
17.1	-Por caída de tensión a plena carga	65
17.2	-Selección de conductor de puesta a tierra del circuito secundario del tablero T emergencia	67
17.3	Cálculo de canalizaciones del alimentador secundario del tablero T emergencia	67
18	Cálculo de la capacidad del alimentador secundario del tablero F	68
18.1	-Por caída de tensión a plena carga	68
18.2	-selección del conductor de puesta a tierra del circuito secundario del tablero F	70
18.3	Cálculo de canalización del alimentador secundario del tablero F	70
19	Cálculo de la capacidad del alimentador secundario del tablero E	71
19.1	-Por caída de tensión a plena carga	71
19.2	Selección del conductor de puesta a tierra del circuito secundario del tablero E	73
19.3	Cálculo de canalización del alimentador secundario del tablero E	73
20	-cálculo de la capacidad del alimentador secundario del tablero P	74
20.2	Selección del conductor de puesta a tierra del circuito secundario del tablero P	75
20.3	Cálculo de canalización del alimentador secundario del tablero P	76
21	Cálculo de la capacidad del alimentador derivado del tablero U	77
21.1	Por caída de tensión a plena carga	77
21.2	-selección del conductor de puesta a tierra del circuito secundario de tablero U	79
21.3	Cálculo de canalizaciones del alimentador secundario del tablero U	79
22	Cálculo de la capacidad del alimentador secundario del tablero R regulado	80
22.1	-Por caída de tensión a plena carga	80
22.2	-Selección del conductor de puesta a tierra del circuito secundario del tablero R regulado	82
22.3	Cálculo de canalizaciones del alimentador secundario del tablero R regulado	82
23	Cálculo de cortocircuito	83
23.1	Metodo del bus infinito	83
23.2	Cálculos de corto circuito en tableros de distribución	86
23.3	Cálculo de corto circuito monofásicas y bifásicas	91
24	Bibliografía	95
ANEXOS:		96

Agradecimientos

Doy mi más sincero agradecimiento a todas las personas que me han apoyado a lo largo de este arduo pero gratificante viaje de investigación. Sus contribuciones han sido invaluable y han hecho posible este logro significativo en mi vida académica y profesional. En primer lugar, quiero expresar mi profundo agradecimiento a mis padres Olga Ávila Contreras y Marco Cesar Ramos Bastidas, a mis hermanos Claudia Elizabeth Ramos Ávila y Miguel Guillermo Ramos Ávila, por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificios incansables. Su aliento y orientación han sido mi base inamovible durante todo este proceso. Sin su inquebrantable respaldo, no habría llegado tan lejos.

Agradezco de corazón a mis amigos y compañeros durante el proceso que pasamos juntos, Román Chávez Ibarra, Sergio Alonzo Ibarra Gonzales, Bastidas Núñez Brian, Almodovar Navarrete Jitzme Guadalupe y Alan Leonardo González Audelo por estar a mi lado en los buenos y malos momentos, por escucharme, animarme y brindarme su compañía durante este desafío, también agradezco a mis asesores Ing. José Octavio Rodríguez Obeso, Ing. Rubén Núñez Alarcón y al Inge Benjamín León Medina cuya guía experta, sabiduría y comentarios constructivos han sido fundamentales en el desarrollo y mejora de este trabajo.

También deseo agradecer a Coppel por proporcionarme la oportunidad de realizar mi proyecto dentro de sus instalaciones y por el acceso a recursos y datos que enriquecieron este proyecto. La experiencia adquirida durante mi colaboración con la empresa ha sido invaluable para mi crecimiento profesional y académico.

Resumen

En el presente proyecto tiene como objetivo el diseño, cálculo e implementación de una subestación eléctrica de 225 kVA, con una relación de transformación de 13,200 V a 127/220 V, tipo pedestal, en la Tienda 180 - Obelisco.

El desarrollo del proyecto abarca el diseñar de manera correcta todas las instalaciones eléctricas que se requieran, para ello hay criterios que maneja la empresa Coppel, cálculo eléctrico de iluminarias, contactos regulados y de emergencia, todas las lámparas de iluminación, sensores de humo, sistema de tierra, aires acondicionados, alimentadores de equipos además de diagrama unifilar y memoria eléctrica. Se aplicarán normativas vigentes para garantizar un funcionamiento seguro y eficiente.

1 Introcucción

Realizamos este proyecto con la finalidad de electrificar de la manera más eficiente la tienda comercial t-180 Obelisco, la cual se pretende sea una instalación práctica, económica y de calidad. También se mostrarán las fórmulas para la correcta selección de materiales a instalar, como lo son transformadores, conductores, luminarias y tuberías.

Todo esto será realizado conforme al conocimiento adquirido en el ITC y siempre cumpliendo con la norma oficial Mexicana (Nom-001-sede-2012).

En este proyecto también se presenta una pequeña introducción al artículo 408 TABLEROS DE DISTRIBUCION Y TABLEROS DE ALUMBRADO Y CONTROL de la Nom-001-sede-2012, esta norma es la base para la realización de cualquier proyecto de instalaciones eléctricas, la cual se debe de tomar muy en cuenta para la realización de un proyecto.

Los proyectos en tiendas comerciales, deben ser realizados de forma eficiente, tratando de lograr la mayor economía posible, pero al mismo tiempo este debe de cumplir con los lineamientos incluidos en la Norma de REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS art.110.

2 Antecedentes de la empresa

2.1 Nombre:

COPPEL S.A. DE C.V.

2.2 Propósito:

Acompañarte en tus necesidades y deseos, acercándote un mundo de posibilidades para que mejores tu vida.

2.3 Giro de la empresa: Es una empresa mexicana que vende productos de calidad a precios accesibles, así como servicios financieros como tarjetas de crédito, préstamos y seguros. Sector: publico

2.4 Historia:

El origen de Tiendas Coppel se remonta a 1941, cuando don Luis Coppel Rivas decidió, junto con su hijo Enrique Coppel Tamayo, trasladarse de Mazatlán a Culiacán, Sinaloa para establecer una tiendita que se llamó El Regalo, y que con el tiempo terminó vendiendo radios y relojes.

Después de la Segunda Guerra Mundial, los clientes no tenían liquidez para comprar de contado, por lo que nace en ellos el deseo de obtener crédito. Entonces, don Luis Coppel y su hijo Enrique decidieron invertir todo su capital ahorrado para vender muebles a crédito en cómodos abonos semanales. Así, confiar en la palabra del cliente convierte a El Regalo en una tienda mueblería con sistema de crédito, y es justo cuando adopta el nombre de Coppel: la forma en que la llamaban los clientes. Con el paso del tiempo se introdujeron nuevas líneas de productos, entre ellas el área de ropa.

El resto es una historia de trabajo y dedicación basada en principios sólidos, como la sencillez, la confianza y el diálogo con el cliente.

2.5 Visión

Ser la tienda omnicanal y de servicios financieros personales y digitales, favorita del mercado masivo, que ofrece una gran variedad de categorías de productos y servicios útiles, atractivos y accesibles, de marcas líderes, que atienden las necesidades, así como los deseos de sus clientes.

2.6 Valores

- - Confianza.
- - Responsabilidad.
- - Atención y servicio.
- - Eficiencia y sencillez.
- - Innovación.

3 Descripción y Ubicación del Proyecto

Se trata de una tienda comercial con 1,568.3mts² , que cuente con cuatro equipos de aire acondicionado, un montacargas y un equipo de respaldo de 36kw a gas, esta tienda comercial se encuentra en Blvd. Hilario Medina #2001 Col. Real Providencia, entre Blvd. Valtierra y Blvd. Saturno. C.P. 37260. León, Guanajuato

Se calculara los alimentadores y interruptores termo-magnético respetando la Non-001-sede-2012 para realizar la proyección.

Por todo esto que se menciona anteriormente es que se requiere de una confiable instalación eléctrica que garantice la correcta operación de los equipos, la seguridad de las personas y de sus intereses patrimoniales.

4 Objetivos generales

El objetivo principal de la realización de este proyecto es electrificar la tienda T-180 “Obelisco”, es la de suministrar el servicio eléctrico para así satisfacer la necesidad del cliente, además de poner en práctica los conocimientos adquiridos por mi, el cual también obtendrá una nueva noción de lo que es el ámbito profesional.

Se utilizarán los calibres de los conductores, canalizaciones, registros, alimentadores, y sus accesorios, adecuados para el buen funcionamiento de las diferentes áreas de la tienda como cajas, bodega, línea blanca, electrónica, muebles, etc. cumpliendo con la NOM-001-SEDE-2012.

4.1 Objetivos específicos

- Diseñar la subestación eléctrica de 225 kVA, considerando la selección de equipos, protecciones y sistema de distribución de energía, cumpliendo con las normativas vigentes.
- Calcular todos los equipos eléctricos clave, como caída de tensión, capacidad de conductores, corrientes de cortocircuito y factores de seguridad, para garantizar una instalación segura.
- Seleccionar y dimensionar los equipos eléctricos, incluyendo el transformador, interruptores, protecciones, sistemas de puesta a tierra y cableado, asegurando su compatibilidad con la demanda del establecimiento
- Elaborar un plan de instalación y montaje que contemple procedimientos adecuados

para la correcta implementación de la subestación y su integración con la red eléctrica existente.

- Supervisar la instalación y ejecución del proyecto, verificando que se cumplan las especificaciones de diseño, se rigen en las normas vigentes

5 Actividades

1. Diseño de proyecto eléctrico de tiendas Coppel.
2. Cálculo eléctrico de iluminarias, contactos regulados y emergencia, anuncios luminosos.
3. Cálculo eléctrico de lámparas de emergencia, sensores de humo, sonido ambiental, sistema de tierra y cerca eléctrica.
4. Cálculo eléctrico de aires acondicionados, extractores y alimentadores de tableros.
5. Cálculo eléctrico, cuadro de cargas, diagrama unifilar, memoria eléctrica, memoria de iluminación y corto circuito.

6 Justificación

En 2020, la población de León, Guanajuato, era de 1,721,215 habitantes. Esto lo convirtió en el municipio más poblado del estado según los datos de INEGI.

En esta ciudad con tanta población se requiere la construcción de nuevas tiendas comerciales para satisfacer las necesidades de la ciudadanía, donde es necesario la construcción de obra civil y por lo tanto de la obra eléctrica en Media y Baja Tensión. ya son dos aspectos importantes en la comodidad y confort de la vida de los habitantes de esta ciudad.

7 Alcance

Esta obra se localiza en Blvd. Hilario Medina #2001 Col. Real Providencia, entre Blvd. Valtierra y Blvd. Saturno. C.P. 37260. León, Guanajuato

El cuarto eléctrico estará en planta baja, el cuál alimenta una subestación de 225 kVA tipo pedestal, localizada en las inmediaciones del inmueble.

Las instalaciones serán nuevas todas las instalaciones de alumbrado, contactos, y fuerza, alimentado por una subestación de la capacidad de 225 kVA 13,200/220-127 V, para operar en forma particular con medición en baja.

8 Marco Teórico

8.1 PARTES DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

El diseño de las instalaciones eléctricas depende del punto final del suministro, es decir, de los diversos requerimientos eléctricos: número de plantas, capacidad de edificación, posibles equipos eléctricos instalados, cargas... Aunque el diseño estructural es variable, toda instalación de electricidad tiene que contener los siguientes elementos:

8.2 Acometida:

Parte la instalación que conduce la energía desde la fuente de suministro (red pública) hasta el punto de suministro (edificio, comunidad). La acometida puede ser aérea o soterrada (normalmente está soterrada).

8.3 Equipo de medición:

Es propiedad de la compañía distribuidora. Este se coloca en la acometida para cuantificar el consumo de energía eléctrica por parte del usuario. El medidor tiene que estar protegido externamente y colocado en un lugar accesible para poder realizar la lectura y la revisión.

8.4 Cuadro general y distribución de protección:

Situado en el interior de la vivienda, es el corazón de la instalación eléctrica. En el mismo, se pueden encontrar elementos de protección, distribución y control de la corriente eléctrica.

8.5 Interruptores:

Este dispositivo está diseñado para abrir y cerrar los circuitos o conexiones eléctricas, por los cuales circula la corriente. Los interruptores principales son, todos están colocados entre la acometida y el resto de la instalación:

8.6 El interruptor general:

Es utilizado como medio de desconexión y protección del sistema.

8.7 Transformador:

Equipo eléctrico que se encarga de cambiar el voltaje del suministro al voltaje requerido por la instalación. Este elemento no es imprescindible ya que puede haber instalaciones con el mismo voltaje que la acometida. Y, por el contrario, puede haber instalaciones que necesiten más de un transformador (con un gran nivel de voltaje).

8.8 Tablero general:

Es un gabinete metálico compuesto por dispositivos de control. Este se coloca inmediatamente después del transformador y contiene un interruptor general automático para desconectar el servicio si fuera necesario.

8.9 Salidas para alumbrado y contacto:

La unidad de alumbrado se encuentra al final de las instalaciones de electricidad. Esta unidad son consumidores que transforman la energía eléctrica en energía luminosa o calurosa.

8.10 Toma de corriente o enchufe:

Está situado en la pared y permite el paso de corriente cuando se conectan la ficha (clavija) y la base (enchufe hembra). En cada circuito eléctrico deberán instalarse un máximo de ocho enchufes.

8.11 Toma a tierra o neutro:

se emplea para evitar el paso de corriente al usuario debido a un fallo de aislamiento entre los conductores activos. Tiene muy poca resistencia para favorecer la circulación de cualquier fuga de corriente. Es un elemento de seguridad de la instalación eléctrica.

8.12 Averías más comunes en las instalaciones eléctricas:

La instalación eléctrica tiene un mecanismo muy complejo y por seguridad es muy sensible a las posibles fugas y averías. Los elementos protectores que lo conforman actuarán desactivando el suministro de energía. En la mayoría de estas la desconexión se produce por prevención, aun así, a continuación, encontrarás algunas de las averías más comunes.

8.13 Corto circuito

Un cortocircuito es una de las fallas más comunes en la instalación de electricidad. Esta incidencia se produce cuando hay una mala conexión entre dos conductores, una conexión entre dos conductores de distinta polaridad o cuando hay una falla en el aislamiento del cableado.

8.14 Sobrecarga

Cada uno de los circuitos de la instalación está diseñado para soportar una intensidad de corriente diferente, es decir, existe una corriente máxima definida por las protecciones termomagnéticas que limita el pase de corriente por cada circuito. Cuando esta corriente supera el límite, se produce una sobrecarga.

8.15 Pérdida de aislamiento

Es uno de los fallos más habituales, debido sobre todo al envejecimiento de los cables por donde circula la corriente eléctrica. Esta avería puede provocar el paso de corriente a los usuarios, produciéndoles una descarga eléctrica.

8.16 Falla del interruptor diferencial

Protege a los usuarios de posibles descargas eléctricas por contacto (tanto directo como indirecto). El interruptor diferencial desconectará automáticamente el suministro de luz de la vivienda si detecta alguna anomalía, defecto o desviación en la instalación.

9 GENERALIDADES:

Esta obra se localiza en la Dirección: Blvd. Hilario Medina #2001 Col. Real Providencia, entre Blvd. Valtierra y Blvd. Saturno. C.P. 37260. León, Guanajuato

La obra consta de una transición en media tensión de 40m, el cual alimenta una subestación de 225 kVA tipo pedestal, localizada en las inmediaciones del inmueble.

Las instalaciones son nuevas de alumbrado, contactos, y fuerza, alimentado por una subestación de la capacidad de 225 kVA 13,200/220-127 V, para operar en forma particular con medición en baja tensión.

9.1 Cálculo y tipo de la subestación

De acuerdo a la carga total instalada y considerando un factor demanda obtenemos la capacidad de la subestación mediante la siguiente fórmula:

$$kVA = kW / 0.9 = \text{Capacidad mínima requerida de la subestación}$$

Donde:

$kW =$ carga total instalada en KW.

$0.9 =$ Factor de potencia.

$$kVA = \frac{182.81}{0.9} = 210.1 \text{ kVA}$$

De acuerdo a los resultados anteriores, se seleccionó para alimentar la carga a instalar una subestación de 225 kVA, tres fases, cuatro hilos.

9.2 Tipo de subestación

De acuerdo a lo anterior se instalará en el lugar idóneo la subestación eléctrica tipo pedestal en las inmediaciones del inmueble, clase intemperie 13200/220-127 volts, montada en condiciones de construcción apegadas a lo establecido en la NOM-001-SEDE-2012.

9.3 Protección de media tensión

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

$$I_{at} = \frac{kVA_{TR}}{\sqrt{3} \times I_L} \quad \text{Corriente en Alta Tensión}$$

Considerando la capacidad total de la subestación (225 kVA)

$$I_{at} = \frac{225}{\sqrt{3} \times 13.2} = 9.8$$

De acuerdo a la NOM-001-SEDE-2012 de la Sección 450-3 de la tabla 450.3(a)(1), el listón deberá tener una capacidad no mayor del 300% de la corriente nominal (I_{at}) por lo tanto se utilizarán fusibles de:

$$\begin{aligned} I_f &= (I_{at})(3.0) = \\ I_f &= (9.8)(3) = 29A \end{aligned}$$

Para la capacidad total del transformador se seleccionó listón fusible de **20 A**

9.4 Puesta tierra

La puesta a tierra es una conexión de seguridad humana y patrimonial que se diseña en los equipos eléctricos y electrónicos para protegerlos de disturbios o transitorios imponderables, por lo cual pudieran resultar dañados. Dichas descargas surgen de eventos imprevistos tales como los fenómenos artificiales o naturales como descargas electrostáticas, interferencia electromagnética, descargas atmosféricas y errores humanos.

Cuando se propone hacer la instalación a de “puesta a tierra”, de inmediato pensamos en una varilla o en una malla de metal conductora (red de tierra), ahogada en el terreno inmediato de nuestras instalaciones con el fin de que las descargas fortuitas ya mencionadas, sean confirmadas en forma de ondas para que se dispersen en el terreno subyacente y de esa forma sean disipadas.

Principales características de una red de tierra:

- Promover un medio seguro para proteger al personal en la proximidad de sistemas o equipos conectados a tierra, de los peligros de una descarga eléctrica bajo condiciones de falla.
- Proveer los medios para disipar las corrientes eléctricas a tierra, sin que se excedan los límites de operación de los equipos.
- Proveer una conexión a tierra para el punto neutro de los equipos que así lo requieran.
- Proveer un medio de descarga y desenergización de equipos antes de proceder a tareas de mantenimiento.
- Facilitar mediante la operación de los relevadores y otros dispositivos de protección, la eliminación de fallas a tierra en el sistema.

ELEMENTOS DE LA RED DE TIERRA

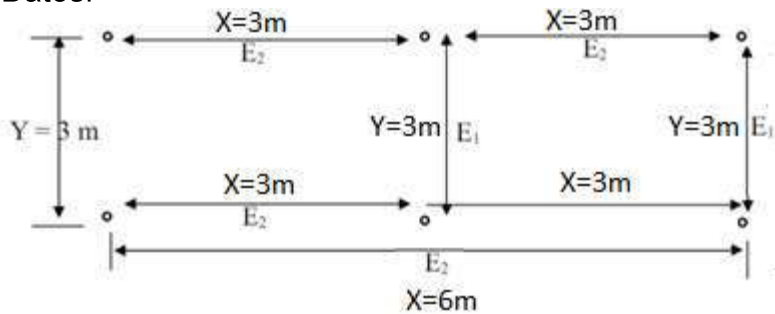
- Conductores.
- Electrodo.
- Barras para pararrayos.
- Conectores y accesorios.
- Conectores atornillados.
- Conectores a presión.
- Conectores soldados.

En una instalación eléctrica se deben de conectar a tierra todas las partes metálicas de la instalación, como son: tubería y cajas metálicas que forman parte de la canalización, los registros, los equipos eléctricos y todas las estructuras metálicas que en algún momento puedan llegar a tener contacto con los cables.

6.2.- Puesta a Tierra de la subestación.

CÁLCULO DEL SISTEMA DE TIERRAS

Datos:



Resistividad del terreno (ρ) = 12 ohms * m

Resistividad de la superficie (ρ_s) = 10 000 ohms * m

Corriente de corto circuito = 32,479 A.

Temperatura ambiente = 40 °C

Numero de varillas = 6

Tiempo de duración de la falla (t) = 0.1 S.

CALCULANDO EL NÚMERO DE CONDUCTORES TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES:

$$X = 6 m.$$

$$Y = 3 m.$$

$$E_1 = 3 m.$$

$$E_2 = 3 m.$$

$$\begin{aligned} \text{Nº de conductores transversales} &= (X / E_1) + 1 \\ &= (6 / 3) + 1 = 3 \text{ conductores.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nº de conductores longitudinales} &= (Y / E_2) + 1 \\ &= (3 / 3) + 1 = 2 \text{ conductores.} \end{aligned}$$

Calculando la longitud del conductor de malla:

$$\begin{aligned} \text{Long. del conductor de la malla} &= (\text{Nº Cond. Transv.})(Y) + (\text{Nº Cond. Long.})(X) \\ &= (3)(3) + (2)(6) \\ &= 21 m \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Long. total de la malla} &= \text{Long. del conductor de la malla} + (\text{N}^\circ \text{ de varillas} \times 3) \\
 &= 21 + (6 \times 3) \\
 &= 39 \text{ m}
 \end{aligned}$$

CÁLCULO DEL CALIBRE DEL CONDUCTOR:

Fórmula para calcular el área del conductor en circular mil (CM):

$$A = I / \left(\sqrt{\frac{\log \left(\left(\frac{T_m + T_a}{234 + T_a} + 1 \right) \right)}{33(0.1)}} \right) = CM$$

En donde: I = Corriente de falla de fase a tierra en Amperes.

A = Sección transversal del cobre, en circular mil.

t = Tiempo durante el cual circula la corriente I, en segundos.

T_m = Temperatura máxima permisible, en grados centígrados.

T_a = Temperatura ambiente, en grados centígrados.

Pueden suponerse normalmente los siguientes valores:

$$T_a = 40^\circ C.$$

$$T_m = 1083^\circ C \text{ Temperatura de fusión de cobre.}$$

$$A = 32,479 / \left(\sqrt{\frac{\log \left(\left(\frac{1083 + 40}{234 + 40} + 1 \right) \right)}{33(0.1)}} \right) = 70,149.90$$

$$A = 70,149.90 \text{ CM.}$$

$$\text{Como } 2000 \text{ CM} = 1 \text{ mm}^2$$

$$A = 35.07 \text{ mm}^2$$

Que corresponde al conductor calibre # 1/0 con un área de 53.5 mm^2

NOTA: Pero para mayor confiabilidad y por ser un calibre comercial se elige el calibre 4/0.

COMPROBANDO LA LONGITUD TOTAL DE LA MALLA.

$$L = \frac{Km \times Ki \times I_{cc} \times p \times \sqrt{t}}{116 + (0.17 \times ps)}$$

$$Km = \frac{1}{2\pi} L_n \left(\frac{D^2}{16 \times h \times d} \right) + \frac{1}{\pi} L_n(0.371)$$

$$Km = \frac{1}{2\pi} LN \left(\frac{(2)^2}{16 \times 0.5 \times 0.008252} \right) + \frac{1}{\pi} LN(0.371)$$

$$Km = 0.371$$

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

$$n = 2$$

$$Ki = 0.65 + (0.172) (2)$$

$$Ki = 0.994$$

$$L = \frac{0.3375 \times 0.994 \times 28,003.4 \times 12 \times \sqrt{0.1}}{116 + (0.17 \times 10000)}$$

$$L = 19.6307 \text{ m}$$

Por lo tanto, si se cumple la condición, ya que $39 \text{ m.} \geq 19.6307 \text{ m.}$

Calculando el voltaje de malla

$$V_{malla} = (Km) (Ki) (I / L) (\rho)$$

$$V_{malla} = (0.337) (0.994) (32,479 / 39) (12)$$

$$V_{malla} = 3,347.61 \text{ volts.}$$

Calculando el voltaje de contacto permisible

$$VC = \frac{116 + (0.17 \times ps)}{\sqrt{t}}$$

$$VC = \frac{116 + (0.17 \times 10,000)}{\sqrt{0.1}}$$

$$V_C = 5742.7 \text{ volts.}$$

Conclusiones: El voltaje de malla es menor que el voltaje de contacto permisible, por lo que los resultados son aceptables.

Calculando el voltaje de paso

$$V_p = (K_s) (K_i) \left(\frac{I}{L}\right) (\rho)$$

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left(\frac{1}{2h} + \frac{1}{D+h} + \frac{1}{2D} + \frac{1}{nD} \right)$$

$$n = 3$$

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left(\frac{1}{2(0.5)} + \frac{1}{2+0.5} + \frac{1}{2(2)} + \frac{1}{(3)(2)} \right)$$

$$K_s = 0.5782$$

$$V_p = (0.5782) (0.994) \left(\frac{32,479}{39} \right) (12)$$

$$V_p = 5,743.59 \text{ volts.}$$

Calculando el voltaje de paso permisible

$$V_p = \frac{116 + (0.7 \times ps)}{\sqrt{t}}$$

$$V_p = \frac{116 + (0.7 \times 10,000)}{\sqrt{0.1}}$$

$$V_p = 22,502.77 \text{ volts.}$$

Conclusiones:

El voltaje de paso es menor que el voltaje de paso permisible, por lo que el resultado es aceptable.

CALCULANDO LA RESISTENCIA DE LA MALLA

$$R_{malla} = \frac{p}{4(Radio)} + \frac{p}{Long.Total}$$

$$Radio = \sqrt{\frac{\text{Área}}{\pi}} = \sqrt{\frac{6 \times 3}{3.1416}} = 2.3936$$

$$R_{malla} = \frac{12}{4 \times 2.3936} + \frac{12}{39} = 1.56 \text{ ohms} \quad \checkmark$$

9.5 Cálculo de la capacidad del alimentador principal.

Se calculará de acuerdo a la capacidad del Transformador

$$I_T = \frac{kVA_{TR}}{1.73 \times kV} = \frac{225}{1.73 \times 0.22kV} = 590.47 \text{ A}$$

Por lo que Selecciona un interruptor de 630 A

SECCION#1

Cálculo de alimentador en cobre

De acuerdo a la corriente obtenida seleccionamos un conductor en cobre calibre 4/0 (en paralelo) ya que tiene una capacidad de conducción de 230 A a 75°C como lo declara la Tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE-2012.

$$I_C = (230)(0.88) = 202.4A$$
$$I_T = (202.4)(3) = 607.2 \text{ A} > 600A$$

Por lo tanto se seleccionaron Cuatro conductores de tamaño 107.2 mm^2 (4/0 AWG) de la tabla 310-15(b)(16) columna a 75°C , de la NOM-001-SEDE-2012 mínimo calibre a instalar que dando la acometida de la siguiente manera:

9 – 107.2 mm^2 (9 – 4/0 AWG) Fases
3 – 107.2 mm^2 (3 – 4/0 AWG) Neutro
3 – 67.43 mm^2 (3 – 2/0 AWG) P.T
3T – 63 mm^2 (2 1/2")

9.6 Selección del conductor a puesta a tierra del alimentador principal

El tamaño del conductor de puesta a tierra para equipos se selecciona mediante la Tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012, que consiste en la capacidad o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra corriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc.

Calibre 67.43 mm^2 (2/0 awg)

9.7 Cálculo de canalizaciones del alimentador principal sección #1

Datos:

Cables en canalización 3 – (4/0 AWG) Fase + 1-(4/0 AWG) Neutro + 1-(2/0 AWG) P.T.

Seleccionamos el área total con aislamiento de la tabla 5 de la NOM-001-SEDE-2012.

Área total de cable = $3(239.9 \text{ mm}^2) + 1(239.9 \text{ mm}^2) + 1(169.3 \text{ mm}^2) = 2835.8 \text{ mm}^2$

Seleccionamos el diámetro de tubería por medio del Artículo 352- Tubo conduit Rigido de PVC de la NOM-001-SEDE-2012 de la columna con $\text{fr}=40\%$

De acuerdo a la tabla es: 3T – 63 mm^2 (2 1/2" Ø) de diámetro

9.8 Por caída de tensión a plena carga

Datos:

$E_{3\phi}$ = Caída de tension trifasica en volts

$\%E_{\phi}$ = Caída de tension trifasica en porciento

I_T = Corriente total no corregida

L = Distancia del alimentador en m

V = Voltaje entre línea y neutro o línea-línea (dependiendo el caso)

Z_e = Impedancia eficaz al factor de potencia de la carga – Tabla 9. *Ohm /km*

% = por ciento de caída de tensión no debe exceder 3%

$$Z_e = R \times FP + XL \sin [\arccos (FP)]$$

$$E_{3\phi} = \frac{2L \times R_l \times I_T}{1000}$$

$$\%E_{\phi} = \frac{100 \times E_{3\phi}}{V}$$

$$I_T = 590.47 \text{ A}$$

Consultando la tabla 9 calculada para un $F.P = 0.9$, NOM-001-SEDE-2012.

$$Rl(4/0 \text{ AWG}) = 0.26/3 = 0.78 \text{ ohm/km}$$

Donde:

Sección#1

$$Rl(4/0 \text{ AWG}) = 0.26 \text{ ohm/km}$$

$$L = 1m$$

$$I_T = 590.47 \text{ A}$$

$$V = 220$$

Tabla 9 Calculada para un F.P=0.9.- Resistencia y reactancia en corriente alterna para los cables para 600 volts, 3 fases a 60 Hz y 75 °C.			
Tamaño (AWG o kcmil)	Z eficaz a FP = 0.90 para conductores de cobre sin recubrimiento	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio
14	9.26	9.26	9.28
12	6.02	6.02	6.04
10	3.58	3.58	3.6
8	2.38	2.38	2.4
6	1.52	1.52	1.54
4	0.99	0.99	1
3	0.81	0.81	0.82
2	0.62	0.68	0.68
1	0.51	0.55	0.55
1/0	0.41	0.45	0.43
2/0	0.36	0.36	0.37
3/0	0.29	0.3	0.31
4/0	0.24	0.26	0.26
250	0.21	0.23	0.23
300	0.19	0.2	0.21
350	0.17	0.18	0.19
400	0.15	0.17	0.17
500	0.14	0.15	0.15
600	0.12	0.14	0.14
750	0.11	0.13	0.13
1000	0.1	0.11	0.12

Sustituyendo:

$$E_{3\phi} = \frac{2(1) \times 0.26 \times 590.47}{1000} = 0.44 \text{ V}$$

$$\%E_{\phi} = \frac{100 \times 0.44}{220} = 0.2\%$$

9 – 107.2mm² (9 – 4/0 AWG) Fases
3 – 107.2 mm² (3 – 4/0 AWG) Neutro
3 – 67.43mm² (3 – 2/0 AWG) P.T
3T – 63mm² (2 1/2")

9.9 Sección#2

Cálculo de alimentador en cobre

De acuerdo a la corriente obtenida seleccionamos un conductor en cobre calibre 4/0 (en paralelo) ya que tiene una capacidad de conducción de 230 A a 75°C como lo declara la Tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE-2012.

$$I_c = (230)(0.88) = 202.4 A$$

$$I_c = (202.4)(3) = 607.2A > 600 A$$

Por lo tanto, se seleccionaron Cuatro conductores de tamaño 107.2 mm² (4/0 AWG) de la tabla 310-15(b)(16) columna a 75° C, de la NOM-001-SEDE-2012 mínimo calibre a instalar que dando la acometida de la siguiente manera:

9 – 107.2mm² (9 – 4/0 AWG) Fases
3 – 107.2 mm² (3 – 4/0 AWG) Neutro
3 – 67.43mm² (3 – 2/0 AWG) P.T
3T – 63mm² (2 1/2")

9.10 Selección del conductor de puesta a tierra del alimentador principal

El tamaño del conductor de puesta a tierra para equipos se selecciona mediante la Tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012, que consiste en la capacidad o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra corriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc.

Calibre 67.43 mm² (2/0 awg)

SECCION#2

$$Rl(4/0 \text{ AWG}) = 0.26 \text{ ohm/km}$$

$$L = 29m$$

$$I_T = 590.47 \text{ A}$$

$$V = 220$$

Sustituyendo:

$$E_{\phi} = \frac{2(29) \times 0.26 \times 590.47}{1000} = 6.477 \text{ volts.}$$

$$\%E_{\phi} = \frac{100 \times 6.477}{220} = 2.94 \%$$

9 – 107.2mm² (9 – 4/0 AWG) Fases
3 – 107.2 mm² (3 – 4/0 AWG) Neutro
3 – 67.43mm² (3 – 2/0 AWG) P.T
3T – 63mm² (2 1/2")

9.11 Cálculo de canalizaciones del alimentador principal sección#1

Datos:

Cables en canalización 3 – (4/0 AWG) Fase + 1-(4/0 AWG) Neutro + 1-(2/0 AWG) Puesta Tierra.

Seleccionamos el área total con aislamiento de la tabla 5 de la NOM-001-SEDE-2012.

$$\text{Área total de cable} = 3(239.9 \text{ mm}^2) + 1(239.9 \text{ mm}^2) + 1(169.3 \text{ mm}^2) = 2835.8 \text{ mm}^2$$

Seleccionamos el diámetro de tubería por medio del Artículo 352- Tubo conduit Rígido de PVC de la NOM-001-SEDE-2012 de la columna con $fr = 40\%$

De acuerdo a la tabla es: 3T – 63 mm² (2 1/2" Ø) de diámetro

10 Cálculo de la capacidad del interruptor derivado del equipo contra incendios

10.1 Cálculando el dispositivo de protección contra sobrecorriente:

De acuerdo a lo establecido en el artículo 695-4(b)(2)(a) de la NOM-001-SEDE-2012, que declara que los dispositivos de protección contra sobrecorriente se deben seleccionar o ajustarse para conducir de forma indefinida la suma de la corriente de rotor bloqueado del motor o motores de las bombas contra incendios y de los motores de la bomba de mantenimiento de la presión, así como la corriente de plena carga del equipo accesorio asociado de la bomba contra incendios cuando están conectados a una fuente de alimentación individual.

Seleccionando la corriente de corto circuito en base a la tabla 430-251(b) de la NOM-001-SEDE-2012:

Se obtienen los siguientes valores:

Tabla 430-251(b). Conversión de corriente polifásica máxima a rotor bloqueado, diseños B, C, y D, para la selección de medios de desconexión y controladores, determinados a partir del valor nominal de potencia en caballos de fuerza y la letra de diseño

Para su uso solamente con 430-110, 440-12, 440-41 y 455-8(c).

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

*Los motores de diseño A no están limitados a una corriente máxima de arranque o una corriente de rotor bloqueado.

Bomba Triplex (15 HP) Corriente de rotor bloqueado = $I_{RB} = 232 A$

Bomba Jockey (3/4 HP) Corriente de rotor bloqueado = $I_{RB} = 25 A$

Resistencia Precalentadora (1500 Watts) Corriente a plena carga = $I_{PC} = 1500 W / 127 V = 11.81 A$

Corriente Total = I_{RB} Bomba Triplex + I_{RB} Bomba Jockey + I_{RB} Resistencia Precalentadora = $232 A + 25 A + 11.81 A = 268.81 A$

Seleccionamos un interruptor magnetico de 3P-100 A con ajuste de disparo magnetico a 800 amp.

10.2 Cálculando la capacidad del alimentador:

De acuerdo a lo establecido en el artículo 695-6(2)(b)(1) de la NOM-001-SEDE-2012 que declara que los conductores que alimentan el motor o motores de la bomba contra incendios, las bombas de mantenimiento de la presión y el equipo accesorio asociado con la bomba contra incendios, deben dimensionarse para un valor no menor al 125 por

ciento de la suma de la corriente a plena carga del motor o motores de la bomba contra incendios y la de la bomba de mantenimiento de la presión y el 100 por ciento del equipo accesorio asociado con la bomba contra incendios.

Cálculo de corriente a plena carga:

De acuerdo a lo establecido en la tabla 430-250 "Corriente a plena carga de motores trifasicos de corriente alterna" de la NOM-001-SEDE-2012 que declara los valores tipicos para motores que funcionan a las velocidades usuales de motores con bandas y motores con características normales de par.

Se selecciona la corriente a plena carga de la bomba triplex y bomba jockey.
Bomba Triplex = 15 *HP*

$$I_{BT} = 42 \text{ A} \quad I_{BTC} = 42 \text{ A} \times 1.25 = 52.5 \text{ A}$$

Bomba Jockey = 3/4 *HP*

$$I_{BJ} = 3.2 \text{ A} \quad I_{BLC} = 3.2 \text{ A} \times 1.25 = 4 \text{ A}$$

Resistencia Precalentadora = 1500 *Watts*

$$I_{RP} = \frac{W_C}{W_L} = \frac{1500 \text{ W}}{127} = 11.81 \text{ A} \quad I_{RPC} = 11.81 \text{ A} \times 1.25 = 14.76 \text{ A}$$

Tabla 430-250.- Corriente a plena carga de motores trifásicos de corriente alterna

Los siguientes valores de corrientes de plena carga son típicos para motores que funcionan a las velocidades usuales de motores con bandas y motores con características normales de par.

Las tensiones enumeradas son las nominales de los motores. Las corrientes enumeradas se permitirán para sistemas con intervalos de tensión de 110 a 120 volts, 220 a 240 volts, 440 a 480 volts y 550 a 600 volts.

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

*Para factores de potencia de 90 por ciento y 80 por ciento, las cifras anteriores se deben multiplicar respectivamente por 1.10 y 1.25.

$$I_T = I_{BT} + I_{BJ} + I_{RP} = 42 A + 3.2 A + 11.81 A = 57.01 A$$

$$I_{TC} = I_{BTC} + I_{BJC} + I_{RPC} = 52.5 A + 4 A + 14.76 A = 71.26 A$$

Seleccionamos un interruptor magnético de $3P - 100 A$ con ajuste de disparo magnético a 800 A.

De acuerdo a la corriente total corregida (ITC) obtenida seleccionamos un conductor en cobre calibre 1/0 ya que tiene una capacidad de conducción de 150 A a $75^\circ C$ como lo declara la Tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE-2012.

$I_c = 150(0.88) = 132 A$ por lo tanto cumple con lo requerido quedando de la siguiente manera:

3 – 33.6 mm² (3 – 2 AWG) Fases THHW – LS
1 – 13.3 mm² (1 – 6AWG) Neutro THHW – LS
1 – 13.3 mm² (1 – 6AWG) P.T THHW – LS
1T – 41 mm² (1 1/2")

10.3 Por caída de tensión a plena carga

Datos:

$E_{3\phi}$ = Caída de tensión trifásica en volts

$\%E_{3\phi}$ = Caída de tensión trifásica en porcentaje

I_T = Corriente total no corregida

L = Distancia del alimentador en m

V = Voltaje entre línea y neutro o línea-línea (dependiendo el caso)

Z_e = Impedancia eficaz al factor de potencia de la carga – Tabla 9. *Ohm /km*

$\%$ = por ciento de caída de tensión no debe exceder 3%

$Z_e = R \times FP + XL \sin [\arccos (FP)]$

$$E_{3\phi} = \frac{2L \times Z_e \times I_T}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times E_{3\phi}}{V}$$

$$I_T = 57.01 \text{ A}$$

Consultando la tabla 9 calculada para un $F.P = 0.9$, como lo indica la tabla 9 de la NOM-001-SEDE-2012.

$$Z_e(2 \text{ AWG}) = 0.68 \text{ ohm/km}$$

Sustituyendo:

$$E_{3\phi} = \frac{2(60) \times 0.68 \times 57.01}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 2.92 \text{ volts.}$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times 2.92}{220} = 1.35 \%$$

Por lo tanto se instalará:

3 – 33.6 mm² (3 – 2 AWG) Fases THHW – LS
1 – 13.3 mm² (1 – 6AWG) Neutro THHW – LS
1 – 13.3 mm² (1 – 6AWG) P.T THHW – LS
1T – 41 mm² (1 1/2")

10.4 Por caída de tensión seccion 695-7 b

Datos:

$E_{3\phi}$ = Caída de tensión trifásica en volts

$\%E_{3\phi}$ = Caída de tensión trifásica en porcentaje

I_T = Corriente total no corregida

L = Distancia del alimentador en m

V = Voltaje entre línea y neutro o línea-línea (dependiendo el caso)

Z_e = Impedancia eficaz al factor de potencia de la carga – Tabla 9. *Ohm /km*

$\%$ = la tensión en las terminales del motor no debe caer más del 5% por debajo de la tensión nominal del motor, cuando este opere al 115 % de la corriente a plena carga

$$Z_e = R \times FP + XL \sin [\arccos (FP)]$$

$$E_{3\phi} = \frac{2L \times Z_e \times I_L}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} =$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times E_{3\phi}}{V}$$

$$I_T = 57.01 \text{ A} \times 1.15 = 65.56 \text{ A}$$

Consultando la tabla 9 calculada para un F.P=0.9, como lo indica la tabla 9 de la NOM-001-SEDE-2012.

$$Z_e(2 \text{ AWG}) = 0.68 \text{ ohm/km}$$

Tabla 9 Calculada para un F.P=0.9.- Resistencia y reactancia en corriente alterna para los cables para 600 volts, 3 fases a 60 Hz y 75 °C.			
Tamaño (AWG o kcmil)	Z eficaz a FP = 0.90 para conductores de cobre sin recubrimiento		
	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero
14	9.26	9.26	9.28
12	6.02	6.02	6.04
10	3.58	3.58	3.6
8	2.38	2.38	2.4
6	1.52	1.52	1.54
4	0.99	0.99	1
3	0.81	0.81	0.82
2	0.62	0.68	0.68
1	0.51	0.55	0.55
1/0	0.41	0.45	0.43
2/0	0.36	0.36	0.37
3/0	0.29	0.3	0.31
4/0	0.24	0.26	0.26
250	0.21	0.23	0.23
300	0.19	0.2	0.21
350	0.17	0.18	0.19
400	0.15	0.17	0.17
500	0.14	0.15	0.15
600	0.12	0.14	0.14
750	0.11	0.13	0.13
1000	0.1	0.11	0.12

Sustituyendo:

$$E_{3\phi} = \frac{2(60) \times 0.68 \times 65.56}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 2.92 \text{ volts.}$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times 2.92}{220} = 1.32 \%$$

Por lo tanto se instalará:

3 – 33.6 mm² (3 – 2 AWG) Fases THHW – LS
1 – 13.3 mm² (1 – 6AWG) Neutro THHW – LS
1 – 13.3 mm² (1 – 6AWG) P.T THHW – LS
1T – 41 mm² (1 1/2")

10.5 Por caída de tensión a rotor bloqueado

Datos:

$E_{3\phi}$ = Caída de tensión trifásica en volts

$\%E_{3\phi}$ = Caída de tensión trifásica en porcentaje

I_{TRB} = Corriente total a rotor bloqueado no corregida

L = Distancia del alimentador en m = 110 m

V = Voltaje entre línea y neutro o línea-línea (dependiendo el caso)

Ze = Impedancia eficaz al factor de potencia de la carga – Tabla 9. Ohm /km

$\%$ = por ciento de caída de tensión no debe exceder 15%

$$Ze = R \times FP + XL \sin [\arccos (FP)]$$

$$E_{3\phi} = \frac{2L \times Ze \times I_{TRB}}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} =$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times E_{3\phi}}{V} = 1.32\%$$

$$I_{TRB} = 232 \text{ A}$$

Consultando la tabla 9 calculada para un F.P=0.9, como lo indica la tabla 9 de la NOM-001-SEDE-2012.

$$Z_e(2 \text{ AWG}) = 0.68 \text{ ohm/km}$$

Tabla 9 Calculada para un F.P=0.9.- Resistencia y reactancia en corriente alterna para los cables para 600 volts, 3 fases a 60 Hz y 75 °C.			
Tamaño (AWG kcmil)	Z eficaz a FP = 0.90 para conductores de cobre sin recubrimiento		
	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero
14	9.26	9.26	9.28
12	6.02	6.02	6.04
10	3.58	3.58	3.6
8	2.38	2.38	2.4
6	1.52	1.52	1.54
4	0.99	0.99	1
3	0.81	0.81	0.82
2	0.62	0.68	0.68
1	0.51	0.55	0.55
1/0	0.41	0.45	0.43
2/0	0.36	0.36	0.37
3/0	0.29	0.3	0.31
4/0	0.24	0.26	0.26
250	0.21	0.23	0.23
300	0.19	0.2	0.21
350	0.17	0.18	0.19
400	0.15	0.17	0.17
500	0.14	0.15	0.15
600	0.12	0.14	0.14
750	0.11	0.13	0.13
1000	0.1	0.11	0.12

Sustituyendo:

$$E_{3\phi} = \frac{2(60) \times 0.68 \times 232}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 10.36 \text{ volts.}$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times 10.36}{220} = 4.72 \%$$

Por lo tanto se instalará:

3 – 33.6 mm² (3 – 2 AWG) Fases THHW – LS
1 – 13.3 mm² (1 – 6AWG) Neutro THHW – LS
1 – 13.3 mm² (1 – 6AWG) P.T THHW – LS
1T – 41 mm² (1 1/2")

10.6 Selección del conductor de puesta a tierra del circuito principal de el equipo contra incendio

El tamaño del conductor de puesta a tierra para equipos selecciona mediante la tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012, que consiste en la capacidad o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra corriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones etc.

Calibre (6 AWG)

10.7 Cálculo de canalizaciones del alimentador principal de equipo contra incendio

Datos:

Cables en canalización 3 – (2 awg) Fase + 1-(6 awg) Neutro + 1-(6 awg) P.T.

Seleccionamos el área total con aislamiento de la tabla 5 de la NOM-001-SEDE-2012.

$$\text{Área total de cable} = 3(86\text{mm}^2) + 1(46.84\text{mm}^2) + 1(17.09\text{mm}^2) = 321.93 \text{ mm}^2$$

Seleccionamos el diámetro de tubería por medio del Artículo 352- Tubo conduit Rígido de PVC de la NOM-001-SEDE-2012 de la columna con fr=40%

De acuerdo a la tabla es: 1T-41mm² (1 1/2")de diámetro

11 Cálculo de la capacidad del interruptor del montacargas

Se selecciona el interruptor de acuerdo al dato de placa del equipo:

INFORMACIÓN ELÉCTRICA DEL DATO DE PLACA DE LOS MONTACARGAS Y LOS ELEVADORES DE PASAJEROS								
		Elevador pasajero		Elevador pasajero sin cuarto de máquina	Montacargas	Montacargas tipo elevador	Montacargas tipo elevador, que el motor se ubica en el piso	Montacargas de la bodega
		600Kgs	900Kgs	900Kgs	1,000Kgs	1,000Kgs	1,000Kgs	3,000Kgs
1	Tipo de motor	Máquina de tracción	Máquina de tracción	Motor sincrónico	Máquina de tracción	Máquina de tracción	Motor sincrónico	Máquina de tracción
2	Potencia del motor	5.5KW	9.5KW	6.2KW	5.5KW	5.5KW	3.1KW	22KW
3	Voltaje de alimentación	220V 3 fases	220V 3 fases	220V 3 fases	220V 3 fases	220V 3 fases	220V 3 fases	220V 3 fases
4	Corriente mínima	19.9A	34A	26.8A	19.9A	19.9A	14.4A	74A
5	Interruptor max	50A	100A	100A	50A	50A	50A	150A

Por lo tanto, se instalará un interruptor termomagnético marco.

3 x 40 A

11.1 Cálculo de la capacidad del alimentador del montacargas

De acuerdo a lo establecido en el artículo 620-13 (a) que enuncia: Los conductores que alimentan un solo motor deben tener una ampacidad no menor que el porcentaje de la corriente de placa del motor, determinada de 430-22(a) y (e).

Además de la nota adjunta que enuncia: Las corrientes de los motores de los ascensores o de aquellos de funciones similares pueden superar los valores de placa, pero como son básicamente de ciclo intermitente y el calentamiento del motor y los conductores dependen del valor (rms) de la corriente, los conductores se dimensionan para el régimen de trabajo según lo que indica la Tabla 430-22.(e).

Tabla 430-22(e).- Servicio por régimen de tiempo.

Clasificación del servicio	Porcentajes del valor nominal de corriente de las placas de características			
	Motor especificado para	Motor especificado para	Motor especificado para	Motor especificado para funcionamiento
	5 minutos	15 minutos	30 y 60 minutos	continuo
Servicio de corto tiempo: Accionamiento de válvulas, elevación o descenso de rodillos, etc.	110	120	150	-
Servicio intermitente: Elevadores y montacargas, máquinas de herramientas, bombas, puentes levadizos, plataformas giratorias, etc. (Para soldadoras de arco, ver 630-11).	85	85	90	140
Servicio periódico: Rodillos, máquinas de manipulación de minerales y carbón, etc.	85	90	95	140
Servicio variable	110	120	150	200

Cualquier motor debe ser considerado como de ciclo continuo, a menos que la naturaleza de los aparatos que accione sea tal que el motor no operará continuamente con carga bajo cualquier condición de operación.

$$I_{PC} = 19.9 A$$

Seleccionamos un conductor calibre 8 en cobre para las fases ya que tiene una capacidad de conducción de 50 A a 75°C como lo declara la Tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE-2012.

Aplicando factor de corrección por temperatura de acuerdo a la Tabla 310-15(b)(2)(a) de

la NOM-001-SEDE-2012 para una temperatura de $36^{\circ}\text{C} = 0.88$

$$I_C = 50(0.88) = 44 \text{ A por lo tanto cumple con lo requerido.}$$

mínimo calibre a instalar:

3-8.37 mm² (3-8 AWG) Fases
1-8.37 mm² (1-8 AWG) Neutro
1-8.37 mm² (1-8 AWG) P.T
1T-27mm² (1")

11.2 Por caída de tensión a plena carga

Datos:

$E_{3\phi}$ = Caída de tensión trifásica en volts

$\%E_{3\phi}$ = Caída de tensión trifásica en porciento

I_T = Corriente total no corregida

L = Distancia del alimentador en m

V = Voltaje entre línea y neutro o línea-línea (dependiendo el caso)

Z_e = Impedancia eficaz al factor de potencia de la carga – Tabla 9. *Ohm /km*

$\%$ = por ciento de caída de tensión no debe exceder 3%

$$Z_e = R \times FP + XL \sin [\arccos (FP)]$$

$$E_{3\phi} = \frac{2L \times Z_e \times I_T}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} =$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times E_{3\phi}}{V} =$$

$$I_T = 19.9 \text{ A}$$

Consultando la tabla 9 calculada para un F.P=0.9,
como lo indica la tabla 9 de la NOM-001-SEDE-2012.

$$Z_e (8 \text{ awg}) = 2.4 \text{ ohm/km}$$

Sustituyendo:

TRAMO DE I-LINE A INTERRUPTOR

$$E_{3\phi} = \frac{2(60) \times 2.4 \times 19.9}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 1.83 \text{ volts.}$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times 1.83}{220} = 2.26\%$$

Tamaño (AWG kcmil)	Z eficaz a FP = 0.90 para conductores de cobre sin recubrimiento		
	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero
14	9.26	9.26	9.28
12	6.02	6.02	6.04
10	3.58	3.58	3.6
8	2.38	2.38	2.4
6	1.52	1.52	1.54
4	0.99	0.99	1
3	0.81	0.81	0.82
2	0.62	0.68	0.68
1	0.51	0.55	0.55
1/0	0.41	0.45	0.43
2/0	0.36	0.36	0.37
3/0	0.29	0.3	0.31
4/0	0.24	0.26	0.26
250	0.21	0.23	0.23
300	0.19	0.2	0.21
350	0.17	0.18	0.19
400	0.15	0.17	0.17
500	0.14	0.15	0.15
600	0.12	0.14	0.14
750	0.11	0.13	0.13
1000	0.1	0.11	0.12

Por lo tanto se instalará:

3-8.37 mm² (3-8 AWG) Fases
1-8.37 mm² (1-8 AWG) Neutro
1-8.37 mm² (1-8 AWG) P.T
1T-27mm² (1")

11.3 Selección del alimentador de la puesta a tierra

El tamaño del conductor de puesta a tierra para equipos selecciona mediante la tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012, que consiste en la capacidad o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra corriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc.

Calibre No. 8 awg

11.4 Cálculo de canalizaciones del alimentador principal del montacargas

Datos:

Cables en canalización 3 – (8) Fase + 1-(8) Neutro + 1-(8) P.T. DESN.

Seleccionamos el área total con aislamiento de la tabla 5 de la NOM-001-SEDE-2012.

Área total de cable = $3(35.87 \text{ mm}^2) + 1(35.87 \text{ mm}^2) + 1(35.87 \text{ mm}^2) = 179.35 \text{ mm}^2$

Seleccionamos el diámetro de tubería por medio del Artículo 342 Tubo conduit metálico semipesado (IMC) de la NOM-001-SEDE-2012 de la columna con $fr = 40\%$

De acuerdo a la tabla es: 1T-27mm² (1 ")de diámetro

12 Instalación de equipos de aire acondicionado

12.1.1 Cálculo de la capacidad del interruptor de equipo #1 marca LG de 25tr

Se selecciona el interruptor de acuerdo al dato de placa del equipo:

CAPACIDAD NOMINAL		TR	20	25
MODELO		-	AK-W240BC00	AK-W300BC00
Capacidad de Enfriamiento	Capacidad Neta	kW	70.3	80.9
		kcal/h	60,480	69,600
		Btu/h	240,000	276,000
	Capacidad Bruta	kW	72.4	83.5
		kcal/h	62,250	71,800
		Btu/h	247,000	285,000
Capacidad de Calefacción		kW	70.3	80.9
		kcal/h	60,480	69,600
		Btu/h	240,000	276,000
EER		Btu/Wh	11.3	10.6
IEER		Btu/Wh	19	18.3
COP		W/W	3.38	3.24
Potencia de Entrada	Enfriamiento	kW	21.3	26
	Calefacción	kW	20.8	25
Alimentación Eléctrica		Ø, V, Hz	3, 220 ~ 240, 50/60	3, 220 ~ 240, 50/60

Por lo tanto se instalará un interruptor termomagnético.

3 x 125 A

De acuerdo a lo establecido en el artículo 440-6(a) que enuncia: Para un motocompresor hermético de refrigeración, la corriente de carga nominal que aparezca en la placa de características del equipo en el que esté instalado el motocompresor, se debe usar para determinar la ampacidad nominal o de corriente del medio de desconexión, de los conductores del circuito derivado, del controlador, del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado y del dispositivo separado de

protección contra sobrecarga del motor. Cuando no se indique la corriente de carga nominal en la placa de características del equipo, se debe usar la corriente de carga nominal marcada en la placa de características del motocompresor.

$$I_{PC} = 110 A$$

Por lo tanto, se instalará un interruptor termomagnético marco.

3 x 125 A

Seleccionamos un conductor calibre 1/0 en cobre para las fases ya que tienen una capacidad de conducción de 150 A, a 75 Grados como la declara la Tabla 310-15(b)(16)

de la NOM-001-SEDE-2012.

$I_C = 150 (0.88) = 132A$ por lo tanto, cumple con lo requerido.

Mínimo Calibre a instalar:

3-53.49mm² (cal. 1/0 awg) Fases THHW-LS 75/90°
1-13.3mm² (cal. 6 awg) P.T. CU. DESN.
1T- 41mm² (1 1/2")

12.1.2 Por caída de tensión a plena carga

Datos:

$E_{3\phi}$ = Caída de tension trifasica en volts

$\%E_{3\phi}$ = Caída de tension trifasica en porciento

I_T = Corriente total no corregida

L = Distancia del alimentador en m

V = Voltaje entre línea y neutro o línea-línea (dependiendo el caso)

Z_e = Impedancia eficaz al factor de potencia de la carga – Tabla 9. Ohm /km

$\%$ = por ciento de caída de tensión no debe exceder 3%

$Z_e = R \times FP + XL \sin [\arccos (FP)]$

$$E_{3\phi} = \frac{2L \times Z_e \times I_T}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} =$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times E_{3\phi}}{V} =$$

$$I_T = 110 A$$

Consultando la tabla 9 calculada para un F.P.=0.9, como lo indica la tabla 9 de la NOM001SEDE2012

Z_e (1/0 AWG) = 0.43 ohm/km

Tabla 9 Calculada para un F.P.=0.9.- Resistencia y reactancia en corriente alterna para los cables para 600 volts, 3 fases a 60 Hz y 75 °C.			
Tamaño (AWG o kcmil)	Z eficaz a FP = 0.90 para conductores de cobre sin recubrimiento		
	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero
14	9.26	9.26	9.28
12	6.02	6.02	6.04
10	3.58	3.58	3.6
8	2.38	2.38	2.4
6	1.52	1.52	1.54
4	0.99	0.99	1
3	0.81	0.81	0.82
2	0.62	0.68	0.68
1	0.51	0.55	0.55
1/0	0.41	0.45	0.43
2/0	0.36	0.36	0.37
3/0	0.29	0.3	0.31
4/0	0.24	0.26	0.26
250	0.21	0.23	0.23
300	0.19	0.2	0.21
350	0.17	0.18	0.19
400	0.15	0.17	0.17
500	0.14	0.15	0.15
600	0.12	0.14	0.14
750	0.11	0.13	0.13
1000	0.1	0.11	0.12

Sustituyendo:

$$E_{3\phi} = \frac{2(15) \times 0.43 \times 110}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 4.72 \text{ volts.}$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times 4.72}{220} = 0.56 \%$$

Por lo tanto, se instalará:

3-53.49mm² (cal. 1/0 awg) Fases THHW-LS 75/90°
1-13.3mm² (cal. 6 awg) P.T. CU. DESN.
1T- 41mm² (1 1/2")

12.1.3 Selección del conductor de puesta a tierra del equipo a/a#1

El tamaño del conductor de puesta a tierra para equipos selecciona mediante la tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012, que consiste en la capacidad o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra corriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc.

Calibre 21.2 mm² (6 awg) cobre desnudo.

12.1.4 Cálculo de canalizaciones del alimentador del equipo a/a #1

Datos:

Cables en canalización 3 – (1/0 awg) Fase + 1-(6 awg) T.F

Seleccionamos el área total con aislamiento de la tabla 5 de la NOM-001-SEDE-2012.

$$\text{Área total de cable} = 3(143.4\text{mm}^2) + 1(17.09\text{mm}^2) = 447.29\text{mm}^2$$

Seleccionamos el diámetro de tubería por medio del Artículo 344- Tubo conduit metálico semipesado (IMC) de la NOM-001-SEDE-2012 de la columna con fr=40%

De acuerdo a la tabla es: 1T-41mm² (1 1/2”) de diámetro

12.2.1 Cálculo de la capacidad del interruptor de equipo #2 marca LG de 20tr

Se selecciona el interruptor de acuerdo al dato de placa del equipo:

CAPACIDAD NOMINAL		TR	20	25	
MODELO		-	AK-W240BC00	AK-W300BC00	
Capacidad de Enfriamiento	Capacidad Neta	kW	70.3	80.9	
		kcal/h	60,480	69,600	
		Btu/h	240,000	276,000	
	Capacidad Bruta	kW	72.4	83.5	
		kcal/h	62,250	71,800	
		Btu/h	247,000	285,000	
Capacidad de Calefacción		kW	70.3	80.9	
		kcal/h	60,480	69,600	
		Btu/h	240,000	276,000	
EER		Btu/Wh	11.3	10.6	
IEER		Btu/Wh	19	18.3	
COP		W/W	3.38	3.24	
Potencia de Entrada	Enfriamiento	kW	21.3	26	
	Calefacción	kW	20.8	25	
Alimentación Eléctrica		Ø, V, Hz	3, 220 ~ 240, 50/60	3, 220 ~ 240, 50/60	

Por lo tanto, se instalará un interruptor termomagnético.

3 x 125 A

De acuerdo a lo establecido en el artículo 440-6(a) que enuncia: Para un motocompresor hermético de refrigeración, la corriente de carga nominal que aparezca en la placa de características del equipo en el que esté instalado el motocompresor, se debe usar para determinar la capacidad nominal o de corriente del medio de desconexión, de los conductores del circuito derivado, del controlador, del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado y del dispositivo separado de

protección contra sobrecarga del motor. Cuando no se indique la corriente de carga nominal en la placa de características del equipo, se debe usar la corriente de carga nominal marcada en la placa de características del motocompresor.

$$I_{PC} = 110 \text{ A}$$

Por lo tanto, se instalará un interruptor termomagnético marco.

3 x 125 A

Seleccionamos un conductor calibre 1/0 en cobre para las fases ya que tienen una capacidad de conducción de 150 A, a 75 Grados como la declara la Tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE-2012.

$$I_C = 150 (0.88) = 132 \text{ A por lo tanto cumple con lo requerido.}$$

Mínimo Calibre a instalar:

3-53.49mm² (cal. 1/0 awg) Fases THHW-LS 75/90°
1-13.3mm² (cal. 6 awg) P.T. CU. DESN.
1T- 41mm² (1 1/2")

1. - Por caída de tensión a plena carga.-

Datos:

$E_{3\phi}$ = Caída de tensión trifásica en volts

$\%E_{3\phi}$ = Caída de tensión trifásica en porcentaje

I_T = Corriente total no corregida

L = Distancia del alimentador en m

V = Voltaje entre línea y neutro o línea-línea (dependiendo el caso)

Z_e = Impedancia eficaz al factor de potencia de la carga – Tabla 9. *Ohm /km*

$\%$ = por ciento de caída de tensión no debe exceder 3%

$Z_e = R \times FP + XL \sin [\arccos (FP)]$

$$E_{3\phi} = \frac{2L \times Z_e \times I_T}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} =$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times E_{3\phi}}{V} =$$

$$I_T = 110 A$$

Consultando la tabla 9 calculada para un F.P=0.9, como lo indica la tabla 9 de la NOM-001-SEDE-2012.

Tabla 9 Calculada para un F.P=0.9.- Resistencia y reactancia en corriente alterna para los cables para 600 volts, 3 fases a 60 Hz y 75 °C.			
Tamaño (AWG o kcmil)	Z eficaz a FP = 0.90 para conductores de cobre sin recubrimiento		
	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero
14	9.26	9.26	9.28
12	6.02	6.02	6.04
10	3.58	3.58	3.6
8	2.38	2.38	2.4
6	1.52	1.52	1.54
4	0.99	0.99	1
3	0.81	0.81	0.82
2	0.62	0.68	0.68
1	0.51	0.55	0.55
1/0	0.41	0.45	0.43
2/0	0.36	0.36	0.37
3/0	0.29	0.3	0.31
4/0	0.24	0.26	0.26
250	0.21	0.23	0.23
300	0.19	0.2	0.21
350	0.17	0.18	0.19
400	0.15	0.17	0.17
500	0.14	0.15	0.15
600	0.12	0.14	0.14
750	0.11	0.13	0.13
1000	0.1	0.11	0.12

$$Z_e (1/0 \text{ AWG}) = 0.43 \text{ ohm/km}$$

Sustituyendo:

$$E_{3\phi} = \frac{2(25) \times 0.43 \times 100}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 2.38 \text{ volts.}$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times 2.38}{220} = 0.93\%$$

Por lo tanto se instalará:

3-53.49mm² (cal. 1/0 awg) Fases THHW-LS 75/90°
1-13.3mm² (cal. 6 awg) P.T. CU. DESN.
1T- 41mm² (1 1/2")

12.2.2 Cálculo de canalizaciones del alimentador del equipo a/a#2

Datos:

El tamaño del conductor de puesta a tierra para equipos selecciona mediante la tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012, que consiste en la capacidad o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra corriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc.

Calibre 21.2 mm² (6 awg) cobre desnudo.

12.2.3 Cálculo de canalizaciones del alimentador del equipo a/a #2

Datos:

Cables en canalización 3 – (1/0 awg) Fase + 1-(6 awg) T.F

Seleccionamos el área total con aislamiento de la tabla 5 de la NOM-001-SEDE-2012.

$$\text{Área total de cable} = 3(143.4\text{mm}^2) + 1(17.09\text{mm}^2) = 447.29 \text{ mm}^2$$

Seleccionamos el diámetro de tubería por medio del Artículo 344- Tubo conduit metálico semipesado (IMC) de la NOM-001-SEDE-2012 de la columna con fr=40%

De acuerdo a la tabla es: 1T-41mm² (1 1/2") de diámetro

12.3.1 Cálculo de la capacidad del interruptor de equipo #3 marca LG de 25 tr

Se selecciona el interruptor de acuerdo al dato de placa del equipo:

CAPACIDAD NOMINAL		TR	20	25
MODELO		-	AK-W240BC00	AK-W300BC00
Capacidad de Enfriamiento	Capacidad Neta	kW	70.3	80.9
		kcal/h	60,480	69,600
		Btu/h	240,000	276,000
	Capacidad Bruta	kW	72.4	83.5
		kcal/h	62,250	71,800
		Btu/h	247,000	285,000
Capacidad de Calefacción		kW	70.3	80.9
		kcal/h	60,480	69,600
		Btu/h	240,000	276,000
EER		Btu/Wh	11.3	10.6
IEER		Btu/Wh	19	18.3
COP		W/W	3.38	3.24
Potencia de Entrada	Enfriamiento	kW	21.3	26
	Calefacción	kW	20.8	25
Alimentación Eléctrica		Ø, V, Hz	3, 220 – 240, 50/60	3, 220 – 240, 50/60

Por lo tanto, se instalará un interruptor termomagnético.

3 x 125 A

De acuerdo a lo establecido en el artículo 440-6(a) que enuncia: Para un motocompresor hermético de refrigeración, la corriente de carga nominal que aparezca en la placa de características del equipo en el que esté instalado el motocompresor, se debe usar para determinar la capacidad nominal o de corriente del medio de desconexión, de los conductores del circuito derivado, del controlador, del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado y del dispositivo separado de

protección contra sobrecarga del motor. Cuando no se indique la corriente de carga nominal en la placa de características del equipo, se debe usar la corriente de carga nominal marcada en la placa de características del motocompresor.

$$I_{PC} = 110 A$$

Por lo tanto, se instalará un interruptor termomagnético marco.

3 x 125 A

Seleccionamos un conductor calibre 1/0 en cobre para las fases ya que tienen una capacidad de conducción de 150 A, a 75 Grados como la declara la Tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE-2012.

$$I_C = 150 (0.88) = 132A \text{ por lo tanto, cumple con lo requerido.}$$

Mínimo Calibre a instalar:

3-53.49mm² (cal. 1/0 awg) Fases THHW-LS 75/90°
1-13.3mm² (cal. 6 awg) P.T. CU. DESN.
1T- 41mm² (1 1/2")

12.3.2 Por caída de tensión a plena carga

Datos:

$E_{3\phi}$ = Caída de tensión trifásica en volts

$\%E_{3\phi}$ = Caída de tensión trifásica en porcentaje

I_T = Corriente total no corregida

L = Distancia del alimentador en m

V = Voltaje entre línea y neutro o línea-línea (dependiendo el caso)

Z_e = Impedancia eficaz al factor de potencia de la carga – Tabla 9. Ohm /km

$\%$ = por ciento de caída de tensión no debe exceder 3%

$Z_e = R \times FP + XL \sin [\arccos (FP)]$

$$E_{3\phi} = \frac{2L \times Z_e \times I_T}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} =$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times E_{3\phi}}{V} =$$

$$I_T = 110 A$$

Consultando la tabla 9 calculada para un F.P.=0.9, como lo indica la tabla 9 de la NOM-001-SEDE-2012.

Tabla 9 Calculada para un F.P=0.9.- Resistencia y reactancia en corriente alterna para los cables para 600 volts, 3 fases a 60 Hz y 75 °C.

Tamaño (AWG kcmil)	Z eficaz a FP = 0.90 para conductores de cobre sin recubrimiento		
	Conduit PVC	Conduit Aluminio	Conduit Acero
14	9.26	9.26	9.28
12	6.02	6.02	6.04
10	3.58	3.58	3.6
8	2.38	2.38	2.4
6	1.52	1.52	1.54
4	0.99	0.99	1
3	0.81	0.81	0.82
2	0.62	0.68	0.68
1	0.51	0.55	0.55
1/0	0.41	0.45	0.43
2/0	0.36	0.36	0.37
3/0	0.29	0.3	0.31
4/0	0.24	0.26	0.26
250	0.21	0.23	0.23
300	0.19	0.2	0.21
350	0.17	0.18	0.19
400	0.15	0.17	0.17
500	0.14	0.15	0.15
600	0.12	0.14	0.14
750	0.11	0.13	0.13
1000	0.1	0.11	0.12

$$Z_e(1/0 \text{ AWG}) = 0.43 \text{ ohm/km}$$

Sustituyendo:

$$E_{3\phi} = \frac{2(30) \times 0.43 \times 110}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 2.45 \text{ volts.}$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times 2.45}{220} = 1.12\%$$

Por lo tanto, se instalará:

3-53.49mm² (cal. 1/0 awg) Fases THHW-LS 75/90°
1-13.3mm² (cal. 6 awg) P.T. CU. DESN.
1T- 41mm² (1 1/2")

12.3.3 Selección del conductor de puesta a tierra del equipo a/a #3

El tamaño del conductor de puesta a tierra para equipos selecciona mediante la tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012, que consiste en la capacidad o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra corriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc.

Calibre 21.2 mm² (6 awg) cobre desnudo.

12.3.4 Cálculo de canalizaciones del alimentador del equipo a/a #3

Datos:

Cables en canalización 3 – (1/0 awg) Fase + 1-(6 awg) T.F

Seleccionamos el área total con aislamiento de la tabla 5 de la NOM-001-SEDE-2012.

$$\text{Área total de cable} = 3(143.40\text{mm}^2) + 1(46.84\text{mm}^2) = 477.04\text{mm}^2$$

Seleccionamos el diámetro de tubería por medio del Artículo 344- Tubo conduit metálico semipesado (IMC) de la NOM-001-SEDE-2012 de la columna con $f_r = 40\%$

De acuerdo a la tabla es: 1T-41mm² (1 1/2") de diámetro

12.4.1 Cálculo de la capacidad del interruptor de equipo #4 marca LG de 25tr

Se selecciona el interruptor de acuerdo al dato de placa del equipo:

CAPACIDAD NOMINAL		TR	20	25
MODELO		-	AK-W240BC00	AK-W300BC00
Capacidad de Enfriamiento	Capacidad Neta	kW	70.3	80.9
		kcal/h	60,480	69,600
		Btu/h	240,000	276,000
	Capacidad Bruta	kW	72.4	83.5
		kcal/h	62,250	71,800
		Btu/h	247,000	285,000
Capacidad de Calefacción		kW	70.3	80.9
		kcal/h	60,480	69,600
		Btu/h	240,000	276,000
EER		Btu/Wh	11.3	10.6
IEER		Btu/Wh	19	18.3
COP		W/W	3.38	3.24
Potencia de Entrada	Enfriamiento	kW	21.3	26
	Calefacción	kW	20.8	25
Alimentación Eléctrica		Ø, V, Hz	3, 220 ~ 240, 50/60	3, 220 ~ 240, 50/60

Por lo tanto, se instalará un interruptor termomagnético.

3 x 125 A

De acuerdo a lo establecido en el artículo 440-6(a) que enuncia: Para un motocompresor hermético de refrigeración, la corriente de carga nominal que aparezca en la placa de características del equipo en el que esté instalado el motocompresor, se debe usar para determinar la ampacidad nominal o de corriente del medio de desconexión, de los conductores del circuito derivado, del controlador, del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado y del dispositivo separado de protección contra sobrecarga del motor. Cuando no se indique la corriente de carga nominal en la placa de características del equipo, se debe usar la corriente de carga nominal marcada en la placa de características del motocompresor.

$$I_{PC} = 110 A$$

Por lo tanto, se instalará un interruptor termomagnético marco.

3 x 125 A

Seleccionamos un conductor calibre 1/0 en cobre para las fases ya que tienen una capacidad de conducción de 150 A, a 75 Grados como la declara la Tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE-2012.

$$I_C = 150 (0.88) = 132 A \text{ por lo tanto, cumple con lo requerido.}$$

Mínimo Calibre a instalar:

3-53.49mm² (cal. 1/0 awg) Fases THHW-LS 75/90°
1-13.3mm² (cal. 6 awg) P.T. CU. DESN.
1T- 41mm² (1 1/2")

12.4.2 Por caída de tensión a plena carga

Datos:

$E_{3\phi}$ = Caída de tensión trifásica en volts

$\%E_{3\phi}$ = Caída de tensión trifásica en porcentaje

I_T = Corriente total no corregida

L = Distancia del alimentador en m

V = Voltaje entre línea y neutro o línea-línea (dependiendo el caso)

Z_e = Impedancia eficaz al factor de potencia de la carga – Tabla 9. *Ohm /km*

$\%$ = por ciento de caída de tensión no debe exceder 3%

$Z_e = R \times FP + XL \sin [\arccos (FP)]$

$$E_{3\phi} = \frac{2L \times Z_e \times I_T}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} =$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times E_{3\phi}}{V} =$$

$$I_T = 110 A$$

Consultando la tabla 9 calculada para un F.P.=0.9, como lo indica la tabla 9 de la NOM-001-SEDE-2012.

$$Z_e (1/0 \text{ AWG}) = 0.43 \text{ ohm/km}$$

Donde:

$$R_I (1/0 \text{ AWG}) = 0.43 \text{ ohm/km}$$

$$L = 35m$$

$$I_T = 110A$$

$$V = 220$$

Tabla 9 Calculada para un F.P.=0.9.- Resistencia y reactancia en corriente alterna para los cables para 600 volts, 3 fases a 60 Hz y 75 °C.			
Tamaño (AWG o kcmil)	Z eficaz a FP = 0.90 para conductores de cobre sin recubrimiento		
	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero
14	9.26	9.26	9.28
12	6.02	6.02	6.04
10	3.58	3.58	3.6
8	2.38	2.38	2.4
6	1.52	1.52	1.54
4	0.99	0.99	1
3	0.81	0.81	0.82
2	0.62	0.68	0.68
1	0.51	0.55	0.55
1/0	0.41	0.45	0.43
2/0	0.36	0.36	0.37
3/0	0.29	0.3	0.31
4/0	0.24	0.26	0.26
250	0.21	0.23	0.23
300	0.19	0.2	0.21
350	0.17	0.18	0.19
400	0.15	0.17	0.17
500	0.14	0.15	0.15
600	0.12	0.14	0.14
750	0.11	0.13	0.13
1000	0.1	0.11	0.12

Sustituyendo:

$$E_{3\phi} = \frac{2(35) \times 0.43 \times 110}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 2.86 \text{ volts.}$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times 2.86}{220} = 1.30 \%$$

12.4.3 Selección del conductor de puesta a tierra del equipo a/a #4

El tamaño del conductor de puesta a tierra para equipos selecciona mediante la tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012, que consiste en la capacidad o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra corriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc.

Calibre 21.2 mm² (6 awg) cobre desnudo.

12.4.4 Cálculo de canalizaciones del alimentador del equipo a/a #4

Datos:

Cables en canalización 3 – (1/0 awg) Fase + 1-(6 awg) T.F

Seleccionamos el área total con aislamiento de la tabla 5 de la NOM-001-SEDE-2012.

$$\text{Área total de cable} = 3(143.40 \text{ mm}^2) + 1(46.84 \text{ mm}^2) = 477.04 \text{ mm}^2$$

Seleccionamos el diámetro de tubería por medio del Artículo 344- Tubo conduit metálico semipesado (IMC) de la NOM-001-SEDE-2012 de la columna con $fr = 40\%$

De acuerdo a la tabla es: 1T-41mm² (1 1/2") de diámetro

13 Cálculo de la capacidad del alimentador secundario del tablero H

$$WC = 3292.2 \text{ W}$$

Calculando al corriente:

$$I_T = \frac{WC}{1.73 \times VL \times Fp} = \frac{3292.2 \text{ W}}{1.73 \times (220) \times (0.9)} = 9.60 \text{ A}$$

$$I_T = 9.60 (1.25) = 12 \text{ A}$$

Seleccionamos un interruptor 3P- 40 A

De acuerdo a la corriente obtenida seleccionamos un conductor en cobre calibre 8 ya que tiene una capacidad de conducción de 50 A a 75° como lo declara la Tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE-2012.

Aplicando factor de corrección por temperatura de acuerdo a la Tabla 310-15(b)(2)(a) de la NOM-001-SEDE-2012 para una temperatura de 36-40°= 0.88

$I_C = 50 \text{ A} (0.88) = 44 \text{ A}$ por lo tanto cumple con lo requerido quedando de la siguiente manera:

3-13.3 mm² (3-8 AWG) Fases
1-13.3 mm² (1-8AWG) Neutro
1-13.3 mm² (1-8 AWG) P.T
1T-27 mm² (1")

13.1 Por caída de tensión a plena carga

Datos:

$E_{3\phi}$ = Caída de tension trifasica en volts

$\%E_{3\phi}$ =Caída de tension trifasica en por ciento

I_T = Corriente total no corregida

L = Distancia del alimentador en m

V = Voltaje entre línea y neutro o linea-linea (dependiendo el caso)

Z_e = Impedancia eficaz al factor de potencia de la carga – Tabla 9. *Ohm /km*

$\%$ = por ciento de caída de tensión no debe exceder 3%

$Z_e = R \times FP + XL \text{ sen } [\text{arc cos } (FP)]$

$$E_{3\phi} = \frac{2L \times Z_e \times I_T}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} =$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times E_{3\phi}}{V} =$$

$$I_T = 9.6 A$$

Consultando la tabla 9 calculada para un F.P=0.9, como lo indica la tabla 9 de la NOM-001-SEDE-2012.

$$Z_e(8 AWG) = 2.4 \text{ ohm/km}$$

Sustituyendo:

$$E_{3\phi} = \frac{2(70) \times 2.4 \times 9.6}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 2.18 \text{ volts.}$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times 2.18}{220} = 1.27 \%$$

Por lo tanto se instalará:

3-13.3 mm² (3-8 AWG) Fases
1-13.3 mm² (1-8AWG) Neutro
1-13.3 mm² (1-8 AWG) P.T
1T-27 mm² (1")

13.2 Selección del conductor de puesta a tierra del circuito secundario del tablero H

El tamaño del conductor de puesta a tierra para equipos selecciona mediante la tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012, que consiste en la capacidad o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra corriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc.

Calibre 13.3 mm² (8 awg)

13.3 Cálculo de la canalización del alimentador secundario del tablero H

Datos:

Cables en canalización 3 – (8 awg) Fase + 1-(8 awg) Neutro + 1-(8 awg) T.F

Seleccionamos el área total con aislamiento de la tabla 5 de la NOM-001-SEDE-2012.

$$\text{Área total de cable} = 3(28.19 \text{ mm}^2) + 1(28.19 \text{ mm}^2) + 1(28.19 \text{ mm}^2) = 140.95 \text{ mm}^2$$

Seleccionamos el diámetro de tubería por medio del Artículo 344- Tubo conduit metálico pesado (RMC) de la NOM-001-SEDE-2012 de la columna con fr=40%

De acuerdo a la tabla es: 1T-27 mm² (1") de diámetro

14 Cálculo de la capacidad del alimentador secundario del tablero A iluminación y contactos

$$W_C = 31842.1 \text{ W}$$

Calculando al corriente:

$$I_T = \frac{W_C}{W_L \times F_P} = \frac{31842.1}{1.73 \times (220) \times (0.9)} = 92.85 \text{ A}$$

$$I_C = 95.85 \text{ A} \times 125 \% = 116.06 \text{ A}$$

Por lo que Selecciona un interruptor 3 x 125 A

De acuerdo a la corriente obtenida seleccionamos un conductor en cobre calibre 1/0 ya que tiene una capacidad de conducción de 150 A a 75° como lo declara la Tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE-2012.

Aplicando factor de corrección por temperatura de acuerdo a la Tabla 310-15(b)(2)(a) de la NOM-001-SEDE-2012 para una temperatura de 36-40° = 0.88

$I_C = 150(0.88) = 132 \text{ A}$ por lo tanto, cumple con lo requerido quedando de la siguiente manera:

3-53.49 mm² (3-1/0AWG) Fases
1-53.49 mm² (1-1/0 AWG) Neutro
1-13.3 mm² (1-6 AWG) P.T
1T- 53mm² (2")

14.1 Por caída de tensión a plena carga

Datos:

$E_{3\phi}$ = Caída de tensión trifásica en volts

$\%E_{3\phi}$ = Caída de tensión trifásica en porcentaje

I_T = Corriente total no corregida

L = Distancia del alimentador en m

V = Voltaje entre línea y neutro o línea-línea (dependiendo el caso)

Z_e = Impedancia eficaz al factor de potencia de la carga – Tabla 9. Ohm /km

$\%$ = por ciento de caída de tensión no debe exceder 3%

$$Z_e = R \times FP + XL \sin [\arccos (FP)]$$

$$E_{3\phi} = \frac{2L \times Z_{ex} \times I_T}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} =$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times E_{3\phi}}{V} =$$

$$I_T = 92.85 \text{ A}$$

Consultando la tabla 9 calculada para un F.P=0.9, como lo indica la tabla 9 de la NOM-001-SEDE-2012.

$$Z_e(1/0 \text{ AWG}) = 0.43 \text{ ohm/km}$$

Tabla 9 Calculada para un F.P=0.9.- Resistencia y reactancia en corriente alterna para los cables para 600 volts, 3 fases a 60 Hz y 75 °C.

Tamaño (AWG kcmil)	Z eficaz a FP = 0.90 para conductores de cobre sin recubrimiento		
	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero
14	9.26	9.26	9.28
12	6.02	6.02	6.04
10	3.58	3.58	3.6
8	2.38	2.38	2.4
6	1.52	1.52	1.54
4	0.99	0.99	1
3	0.81	0.81	0.82
2	0.62	0.68	0.68
1	0.51	0.55	0.55
1/0	0.41	0.45	0.43
2/0	0.36	0.36	0.37
3/0	0.29	0.3	0.31
4/0	0.24	0.26	0.26
250	0.21	0.23	0.23
300	0.19	0.2	0.21
350	0.17	0.18	0.19
400	0.15	0.17	0.17
500	0.14	0.15	0.15
600	0.12	0.14	0.14
750	0.11	0.13	0.13
1000	0.1	0.11	0.12

Sustituyendo:

TRAMO DEL I-LINE A GABINETE DE CONTROL

$$E_{3\phi} = \frac{2(5) \times 0.43 \times 92.85}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 0.04 \text{ volts.}$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times 0.04}{220} = .16 \%$$

TRAMO DEL GABINETE DE CONTROL A TABLERO

$$E_{3\phi} = \frac{2(65) \times 0.31 \times 92.85}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 5.7 \text{ volts.}$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times 5.7}{220} = 2.04 \%$$

$$\text{Sumatoria de } \%E_{3\phi} = 0.15 \% + 2.04 \% = 2.19 \%$$

Por lo tanto se instalará:

3-53.49 mm² (3-1/0AWG) Fases
1-53.49 mm² (1-1/0 AWG) Neutro
1-13.3 mm² (1-6 AWG) P.T
1T- 53mm² (2")

14.2 Selección de puesta a tierra del circuito secundario del tablero A iluminación y contactos

El tamaño del conductor de puesta a tierra para equipos selecciona mediante la tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012, que consiste en la capacidad o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra corriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc.

Calibre 21.2 mm² (6 awg)

14.3 Cálculo de canalizaciones del alimentador principal del tablero A iluminación y contactos

Datos:

Cables en canalización 3 – (1/0 awg) Fase + 1-(1/0 awg) Neutro + 1-(6 awg) P.T.

Seleccionamos el área total con aislamiento de la tabla 5 de la NOM-001-SEDE-2012.

Área total de cable = $3(143.4 \text{ mm}^2) + 1(143.4 \text{ mm}^2) + 1(17.09 \text{ mm}^2) = 590.69 \text{ mm}^2$

Seleccionamos el diámetro de tubería por medio del Artículo 342 Tubo Conduit metálico semipesado (IMC) de la NOM-001-SEDE-2012 de la columna con $fr = 40\%$

De acuerdo a la tabla es: 1T-53mm² (2 ")de diámetro

15 Cálculo de la capacidad del alimentador secundario del tablero B contactos de electrónica

$$W_C = 22500 \text{ W}$$

De acuerdo a NOM-001-SEDE-2012 en su tabla 220-44 para receptáculos después de 10,000 VA, se considera al 50% de la carga restante.

$$W_C = 22500 - 9,000 = 13500$$

$$W_C = 13500 * 50\% = 6750$$

$$W_C = 9000 + 6750 = 15750 \text{ W}$$

Calculando al corriente:

$$I_C = \frac{W_C}{1.73 \times V_L \times F_P} = \frac{15750}{1.73 \times (220) \times (0.9)} = 45.93 \text{ A}$$

$$I_C = 45.93 (1.25) = 57.41 \text{ A}$$

Seleccionamos un interruptor 3P- 63 A

Calculando al corriente:

$$I_T = \frac{W_C}{1.73 \times V_L \times F_P} = \frac{22,500}{1.73 \times (220) \times (0.9)} = 65.61 \text{ A}$$

$$I_C = 65.61 (1.25) = 82.01 \text{ A}$$

De acuerdo a la corriente obtenida seleccionamos un conductor en cobre calibre 2 ya que tiene una capacidad de conducción de 115A a 75° como lo declara la Tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE-2012.

Aplicando factor de corrección por temperatura de acuerdo a la Tabla 310-15(b)(2)(a) de la NOM-001-SEDE-2012 para una temperatura de 36-40° = 0.88

$I_C = 115 \text{ A} (0.88) = 101.2 \text{ A}$ por lo tanto cumple con lo requerido quedando de la siguiente manera:

3-33.6 mm² (3-2 AWG) Fases
1-33.6 mm² (1-2 AWG) Neutro
1-9.37 mm² (1-8 AWG) P.T
1T- 41 mm² (1 1/2")

15.1 Por caída de tensión a plena carga

Datos:

Datos:

$E_{3\phi}$ = Caída de tensión trifásica en volts

$\%E_{3\phi}$ = Caída de tensión trifásica en porcentaje

I_T = Corriente total no corregida

L = Distancia del alimentador en m

V = Voltaje entre línea y neutro o línea-línea (dependiendo el caso)

Z_e = Impedancia eficaz al factor de potencia de la carga – Tabla 9. *Ohm /km*

$\%$ = por ciento de caída de tensión no debe exceder 3%

$Z_e = R \times FP + XL \sin [\arccos (FP)]$

$$E_{3\phi} = \frac{2L \times Z_e \times I_T}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} =$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times E_{3\phi}}{V} =$$

$$I_T = 65.61 A$$

Consultando la tabla 9 calculada para un F.P.=0.9, como lo indica la tabla 9 de la NOM-001-SEDE-2012.

$$Z_e(2 AWG) = 0.68 \text{ ohm/km}$$

Sustituyendo:

TRAMO DEL I-LINE A GABINETE DE CONTROL

$$E_{3\phi} = \frac{2(5) \times 0.68 \times 65.61}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 0.13 \text{ volts.}$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times 0.13}{220} = 0.12 \%$$

Tabla 9 Calculada para un F.P.=0.9.- Resistencia y reactancia en corriente alterna para los cables para 600 volts, 3 fases a 60 Hz y 75 °C.			
Tamaño (AWG o kcmil)	Z eficaz a FP = 0.90 para conductores de cobre sin recubrimiento	Z eficaz a FP = 0.90 para conductores de aluminio	Z eficaz a FP = 0.90 para conductores de acero
14	9.26	9.26	9.28
12	6.02	6.02	6.04
10	3.58	3.58	3.6
8	2.38	2.38	2.4
6	1.52	1.52	1.54
4	0.99	0.99	1
3	0.81	0.81	0.82
2	0.62	0.68	0.68
1	0.51	0.55	0.55
1/0	0.41	0.45	0.43
2/0	0.36	0.36	0.37
3/0	0.29	0.3	0.31
4/0	0.24	0.26	0.26
250	0.21	0.23	0.23
300	0.19	0.2	0.21
350	0.17	0.18	0.19
400	0.15	0.17	0.17
500	0.14	0.15	0.15
600	0.12	0.14	0.14
750	0.11	0.13	0.13
1000	0.1	0.11	0.12

TRAMO DEL GABINETE DE CONTROL A TABLERO

$$E_{3\phi} = \frac{2(90) \times 0.68 \times 65.91}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 2.77 \text{ volts.}$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times 2.77}{220} = 2.21 \%$$

Sumatoria de $\%E_{3\phi} = 0.12 \% + 2.21 \% = 2.33 \%$

Por lo tanto se instalará:

3-33.6 mm² (3-2 AWG) Fases
1-33.6 mm² (1-2 AWG) Neutro
1-9.37 mm² (1-8 AWG) P.T
1T- 41 mm² (1 1/2")

15.2 Selección del conductor de puesta a tierra del circuito secundario del tablero B contactos de electrónica

El tamaño del conductor de puesta a tierra para equipos selecciona mediante la tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012, que consiste en la capacidad o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra corriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc.

Calibre 8.37 mm² (8 awg)

15.3 Cálculo de canalizaciones del alimentador secundario del tablero B contactos de electrónica

Datos:

Cables en canalización 3 – (2 AWG) Fase + 1-(2AWG) Neutro + 1-(8AWG) P.T.

Seleccionamos el área total con aislamiento de la tabla 5 de la NOM-001-SEDE-2012.

$$\text{Área total de cable} = 3(86\text{mm}^2) + 1(86\text{mm}^2) + 1(35.87\text{mm}^2) = 379.87 \text{ mm}^2$$

Seleccionamos el diámetro de tubería por medio del Artículo 342 Tubo Conduit metálico semipesado (IMC) de la NOM-001-SEDE-2012 de la columna con $fr = 40\%$

De acuerdo a la tabla es: 1T-41mm² (1 1/2")de diámetro

16 Selección de la capacidad para la planta de emergencia 36 kW existente

A continuación se desglosaran tanto las cargas como los factores que fueron tomados en cuenta para seleccionar la capacidad de la planta de emergencia de la T-1024.

- Carga del Tablero-F “EMERGENCIA”= 8562.3 W
- Carga del Tablero-E “EMERGENCIA”= 6917.3 W
- Carga del Tablero-P “PERMANENTE”= 1140.9 W
- Carga del Tablero-U “EMERGENCIA”= 10312 W
- WALLPACK - 22 W
- CIRCUITO DE CONTROL – 180 W

$$Carga\ Total = 27,134.5\ W$$

- Ubicación para la planta de emergencia: Losa de servicio P.
- Altura de la tienda sobre el nivel del mar: 1822 mts

AJUSTE DE POTENCIA PARA LAS CONDICIONES AMBIENTALES	
Reducción de temperatura	.3% por cada 10 °C por encima de 25 °C o 1.65% por cada 10 °F por encima de 77 °F
Reducción de altitud (25, 30, 36 y 45 kW)	.1% por cada 100 m por encima de 183 m o 3% por cada 1000 m por encima de 6000 m
Altitud Deaton 150 VW)	1% por cada 100 m por encima de 915 m o 3% por cada 1000 ft por encima de 3000 H

- Temperatura de la Region:= 36°C
- Aplica el 3.3% de derrateo por temperatura.
- Aplica el 16.39% de derrateo por altura
- DERRATEO TOTAL = 19.42 %
- La eficiencia de la planta de emergencia bajara a 29,008.8 W.
- Para seleccionar el generador eléctrico tomaremos en consideración que la carga que esta deberá de soportar este entre el 80% y el 90% de la capacidad de la misma, por lo cual realizamos el siguiente análisis para determinar su factor de utilización

$$F.U. = \frac{27,134.5\ W}{29,008.8\ W} = 0.93 \times 100 = 93.53\ \%$$

- Por lo que en conclusión el generador eléctrico de 36kW a Gas EXISTENTE, podrá brindar soporte de energía eléctrica a las cargas alimentadas desde el tablero de emergencia (NBAR-630)

17 Cálculo de la capacidad del alimentador secundario del tablero T transferencia desde tablero principal

$$WC = 27,134.5 \text{ W}$$

Calculando al corriente:

$$I_T = \frac{W_C}{1.73 \times V_L \times F_P} = \frac{27,134.5 \text{ W}}{1.73 \times (220) \times (0.9)} = 79.12 \text{ A} \times 1.25 = 98.9 \text{ A}$$

Seleccionamos un interruptor 3P- 125 A

De acuerdo a la corriente obtenida seleccionamos un conductor en cobre calibre 1/0 ya que tiene una capacidad de conducción de 150 A, a 75° como lo declara la Tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE-2012.

Aplicando factor de corrección por temperatura de acuerdo a la Tabla 310-15(b)(2)(a) de la NOM-001-SEDE-2012 para una temperatura de 36-40° = 0.88

$I_C = 150 \text{ A} (0.88) = 132 \text{ A}$ por lo tanto cumple con lo requerido quedando de la siguiente manera:

3-53.49 mm² (3-1/0 AWG) Fases
1-53.49 mm² (1-1/0 AWG) Neutro
1-13.3 mm² (1-6 AWG) P.T
1T- 53 mm² (2")

17.1 Por caída de tensión a plena carga

Datos:

$E_{3\phi}$ = Caída de tensión trifásica en volts

$\%E_{3\phi}$ = Caída de tensión trifásica en porcentaje

I_T = Corriente total no corregida

L = Distancia del alimentador en m

V = Voltaje entre línea y neutro o línea-línea (dependiendo el caso)

Z_e = Impedancia eficaz al factor de potencia de la carga – Tabla 9. Ohm /km

$\%$ = por ciento de caída de tensión no debe exceder 3%

$Z_e = R \times FP + XL \sin [\arccos (FP)]$

$$E_{3\phi} = \frac{2L \times Z_e \times I_T}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} =$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times E_{3\phi}}{V} =$$

$$I_T = 79.12 \text{ A}$$

Consultando la tabla 9 calculada para un F.P=0.9, como lo indica la tabla 9 de la NOM-001-SEDE-2012.

$$Z_e(1/0 \text{ AWG}) = 0.43 \text{ ohm/km}$$

Tabla 9 Calculada para un F.P=0.9.- Resistencia y reactancia en corriente alterna para los cables para 600 volts, 3 fases a 60 Hz y 75 °C.			
Tamaño (AWG kcmil)	Z eficaz a FP = 0.90 para conductores de cobre sin recubrimiento		
	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero
14	9.26	9.26	9.28
12	6.02	6.02	6.04
10	3.58	3.58	3.6
8	2.38	2.38	2.4
6	1.52	1.52	1.54
4	0.99	0.99	1
3	0.81	0.81	0.82
2	0.62	0.68	0.68
1	0.51	0.55	0.55
1/0	0.41	0.45	0.43
2/0	0.36	0.36	0.37
3/0	0.29	0.3	0.31
4/0	0.24	0.26	0.26
250	0.21	0.23	0.23
300	0.19	0.2	0.21
350	0.17	0.18	0.19
400	0.15	0.17	0.17
500	0.14	0.15	0.15
600	0.12	0.14	0.14
750	0.11	0.13	0.13
1000	0.1	0.11	0.12

Sustituyendo:

TRAMO DE I-LINE A TRANSFERENCIA

$$E_{3\phi} = \frac{2(5) \times 0.43 \times 79.12}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 0.24 \text{ volts.}$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times 0.24}{220} = 0.13 \%$$

TRAMO DE TRANSFERENCIA A EQUIPO DE RESPALDO

$$E_{3\phi} = \frac{2(12) \times 0.43 \times 79.12}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 0.46 \text{ volts.}$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times 0.46}{220} = 0.32 \%$$

TRAMO DE TRANSFERENCIA A TABLERO "T"

$$E_{3\phi} = \frac{2(5) \times 0.43 \times 79.12}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 0.29 \text{ volts.}$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times 0.29}{220} = 0.13 \%$$

Por lo tanto se instalará:

3-53.49 mm² (3-1/0 AWG) Fases
1-53.49 mm² (1-1/0 AWG) Neutro
1-13.3 mm² (1-6 AWG) P.T
1T- 53 mm² (2")

17.2 Selección de conductor de puesta a tierra del circuito secundario del tablero T emergencia

El tamaño del conductor de puesta a tierra para equipos selecciona mediante la tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012, que consiste en la capacidad o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra corriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc.

Calibre 13.3 mm² (6 awg)

17.3 Cálculo de canalizaciones del alimentador secundario del tablero T emergencia

Datos:

Cables en canalización 3 – (1/0AWG) Fase + 1-(1/0AWG) Neutro + 1-(6AWG) T.F

Seleccionamos el área total con aislamiento de la tabla 5 de la NOM-001-SEDE-2012.

$$\text{Área total de cable} = 3(143.40 \text{ mm}^2) + 1(143.40 \text{ mm}^2) + 1(46.84 \text{ mm}^2) = 620.44 \text{ mm}^2$$

Seleccionamos el diámetro de tubería por medio del Artículo 344- Tubo Conduit metálico pesado (RMC) de la NOM-001-SEDE-2012 de la columna con $fr = 40\%$

De acuerdo a la tabla es: 1T-53mm² (2") de diámetro

18 Cálculo de la capacidad del alimentador secundario del tablero F

$$WC = 8,544.3 \text{ W}$$

Calculando al corriente:

$$I_T = \frac{W_C}{1.73 \times V_L \times F_P} = \frac{8,544.3 \text{ W}}{1.73 \times (220) \times (0.9)} = 24.91 \text{ A}$$

$$I_C = 24.91 (1.25) = 31.21 \text{ A}$$

Seleccionamos un interruptor 3P- 40 A

De acuerdo a la corriente obtenida seleccionamos un conductor en cobre calibre 6 ya que tiene una capacidad de conducción de 65 A a 75°C como lo declara la Tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE-2012.

Aplicando factor de corrección por temperatura de acuerdo a la Tabla 310-15(b)(2)(a) de la NOM-001-SEDE-2012 para una temperatura de 36-40° = 0.88

$I_C = 65 \text{ A} (0.88) = 57.2 \text{ A}$ por lo tanto cumple con lo requerido quedando de la siguiente manera:

3-13.3 mm² (3-6 AWG) Fases
1-13.3 mm² (1-6AWG) Neutro
1-8.37 mm² (1-8 AWG) P.T
1T-35 mm² (1 1/4")

18.1 Por caída de tensión a plena carga

Datos:

$E_{3\phi}$ = Caída de tensión trifásica en volts

$\%E_{3\phi}$ = Caída de tensión trifásica en porciento

I_T = Corriente total no corregida

L = Distancia del alimentador en m

V = Voltaje entre línea y neutro o línea-línea (dependiendo el caso)

Z_e = Impedancia eficaz al factor de potencia de la carga – Tabla 9. Ohm /km

$\%$ = por ciento de caída de tensión no debe exceder 3%

$Z_e = R \times FP + XL \sin [\arccos (FP)]$

$$E_{3\phi} = \frac{2L \times Z_e \times I_T}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} =$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times E_{3\phi}}{V} =$$

$$I_T = 24.91 \text{ A}$$

Consultando la tabla 9 calculada para un F.P=0.9, como lo indica la tabla 9 de la NOM-001-SEDE-2012.

$$Z_e(6AWG) = 1.54 \text{ ohm/km}$$

Sustituyendo:

TRAMO DEL I-LINE A GABINETE DE CONTROL

$$E_{3\phi} = \frac{2(5) \times 1.54 \times 24.91}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 0.33 \text{ volts.}$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times 0.33}{220} = 0.15 \%$$

Tabla 9 Calculada para un F.P=0.9.- Resistencia y reactancia en corriente alterna para los cables para 600 volts, 3 fases a 60 Hz y 75 °C.			
Tamaño (AWG o kcmil)	Z eficaz a FP = 0.90 para conductores de cobre sin recubrimiento		
	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero
14	9.26	9.26	9.28
12	6.02	6.02	6.04
10	3.58	3.58	3.6
8	2.38	2.38	2.4
6	1.52	1.52	1.54
4	0.99	0.99	1
3	0.81	0.81	0.82
2	0.62	0.68	0.68
1	0.51	0.55	0.55
1/0	0.41	0.45	0.43
2/0	0.36	0.36	0.37
3/0	0.29	0.3	0.31
4/0	0.24	0.26	0.26
250	0.21	0.23	0.23
300	0.19	0.2	0.21
350	0.17	0.18	0.19
400	0.15	0.17	0.17
500	0.14	0.15	0.15
600	0.12	0.14	0.14
750	0.11	0.13	0.13
1000	0.1	0.11	0.12

TRAMO DEL GABINETE DE CONTROL A TABLERO

$$E_{3\phi} = \frac{2(65) \times 1.54 \times 24.91}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 4.31 \text{ volts.}$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times 4.31}{220} = 1.96 \%$$

$$\text{Sumatoria } \%E_{3\phi} = 0.15 \% + 1.96 \% = 2.11 \%$$

Por lo tanto se instalará:

3-13.3 mm² (3-6 AWG) Fases
1-13.3 mm² (1-6AWG) Neutro
1-8.37 mm² (1-8 AWG) P.T
1T-35 mm² (1 1/4")

18.2 selección del conductor de puesta a tierra del circuito secundario del tablero F

El tamaño del conductor de puesta a tierra para equipos selecciona mediante la tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012, que consiste en la capacidad o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra corriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc.

Calibre 8.37 mm^2 (8 awg)

18.3 Cálculo de canalización del alimentador secundario del tablero F

Datos:

Cables en canalización 3 – (6 awg) Fase + 1-(6 awg) Neutro + 1-(8 awg) T.F

Seleccionamos el área total con aislamiento de la tabla 5 de la NOM-001-SEDE-2012.

Área total de cable = $3(46.84 \text{ mm}^2) + 1(46.84 \text{ mm}^2) + 1(28.19 \text{ mm}^2) = 215.55 \text{ mm}^2$

Seleccionamos el diámetro de tubería por medio del Artículo 344- Tubo Conduit metálico pesado (RMC) de la NOM-001-SEDE-2012 de la columna con fr=40%

De acuerdo a la tabla es: 1T-35 mm^2 (1 1/4") de diámetro

19 Cálculo de la capacidad del alimentador secundario del tablero E

$$W_C = 6,917.3 \text{ W}$$

Calculando al corriente:

$$I_T = \frac{W_C}{V_L \times F_P} = \frac{6,917.3}{1.73 \times (220) \times (0.9)} = 20.17 \text{ A}$$

$$I_C = 20.17 \text{ A} \times 125\% = 25.21 \text{ A}$$

Seleccionamos un interruptor 3P- 40 A

De acuerdo a la corriente obtenida seleccionamos un conductor en cobre calibre 8 ya que tiene una capacidad de conducción de 50 A a 75°C como lo declara la Tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE-2012.

Aplicando factor de corrección por temperatura de acuerdo a la Tabla 310-15(b)(2)(a) de la NOM-001-SEDE-2012 para una temperatura de 31-35° = 0.88

$I_C = 50 \text{ A} (0.88) = 44 \text{ A}$ por lo tanto, cumple con lo requerido quedando de la siguiente manera:

3-13.3 mm² (3-8 AWG) Fases
1-13.3 mm² (1-8AWG) Neutro
1-13.3 mm² (1-8 AWG) P.T
1T-27 mm² (1")

19.1 Por caída de tensión a plena carga

Datos:

$E_{3\phi}$ = Caída de tensión trifásica en volts

$\%E_{3\phi}$ = Caída de tensión trifásica en porcentaje

I_T = Corriente total no corregida

L = Distancia del alimentador en m

V = Voltaje entre línea y neutro o línea-línea (dependiendo el caso)

Z_e = Impedancia eficaz al factor de potencia de la carga – Tabla 9. *Ohm /km*

$\%$ = por ciento de caída de tensión no debe exceder 3%

$$Z_e = R \times FP + XL \sin [\arccos (FP)]$$

$$E_{3\phi} = \frac{2L \times Z_e \times I_T}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} =$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times E_{3\phi}}{V} =$$

$$I_T = 20.17 \text{ A}$$

Consultando la tabla 9 calculada para un F.P=0.9, como lo indica la tabla 9 de la NOM-001-SEDE-2012.

$$Z_e(8AWG) = 2.4 \text{ ohm/km}$$

Sustituyendo:

TRAMO DEL I-LINE A GABINETE DE CONTROL

$$E_{3\phi} = \frac{2(5) \times 2.4 \times 20.17}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 0.41 \text{ volts.}$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times 0.41}{220} = 0.19\%$$

TRAMO DEL GABINETE DE CONTROL A TABLERO

$$E_{3\phi} = \frac{2(45) \times 2.4 \times 20.17}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 3.77 \text{ volts.}$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times 3.77}{220} = 1.72\%$$

$$\text{Sumatoria } \%E_{3\phi} = 0.19 \% + 1.72 \% = 1.91 \%$$

Por lo tanto, se instalará:

3-13.3 mm² (3-8 AWG) Fases
1-13.3 mm² (1-8AWG) Neutro
1-13.3 mm² (1-8 AWG) P.T
1T-27 mm² (1")

19.2 Selección del conductor de puesta a tierra del circuito secundario del tablero E

El tamaño del conductor de puesta a tierra para equipos selecciona mediante la tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012, que consiste en la capacidad o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra corriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc.

Calibre 13.3 mm² (8 awg)

19.3 Cálculo de canalización del alimentador secundario del tablero E

Datos:

Cables en canalización 3 – (8 awg) Fase + 1-(8 awg) Neutro + 1-(8 awg) T.F

Seleccionamos el área total con aislamiento de la tabla 5 de la NOM-001-SEDE-2012.

Área total de cable = $3(28.19 \text{ mm}^2) + 1(28.19 \text{ mm}^2) + 1(28.19 \text{ mm}^2) = 140.95 \text{ mm}^2$

Seleccionamos el diámetro de tubería por medio del Artículo 344- Tubo conduit metálico pesado(RMC) de la NOM-001-SEDE-2012 de la columna con fr=40%

De acuerdo a la tabla es: 1T-27mm² (1") de diámetro

20 Cálculo de la capacidad del alimentador secundario del tablero P

$$WC = 1,158.9 W$$

Calculando al corriente:

$$I_T = \frac{W_C}{V_L \times F_P} = \frac{1,158.9}{1.73 \times (220) \times (0.9)} = 3.38 A$$

$$I_C = 3.38 A \times 125 \% = 4.22 A$$

Seleccionamos un interruptor 3P- 40 A

De acuerdo a la corriente obtenida seleccionamos un conductor en cobre calibre 8 ya que tiene una capacidad de conducción de 50 A a 75° como lo declara la Tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE-2012.

Aplicando factor de corrección por temperatura de acuerdo a la Tabla 310-15(b)(2)(a) de la NOM-001-SEDE-2012 para una temperatura de 36-40°= 0.88

$I_C = 50 A (0.88) = 44 A$ por lo tanto cumple con lo requerido quedando de la siguiente manera:

3-13.3 mm² (3-8 AWG) Fases
1-13.3 mm² (1-8AWG) Neutro
1-13.3 mm² (1-8 AWG) P.T
1T-27 mm² (1")

20.1 Por caída de tensión a plena carga

Datos:

$E_{3\phi}$ = Caída de tension trifasica en volts

$\%E_{3\phi}$ = Caída de tension trifasica en porciento

I_T = Corriente total no corregida

L = Distancia del alimentador en m

V = Voltaje entre línea y neutro o línea-línea (dependiendo el caso)

Z_e = Impedancia eficaz al factor de potencia de la carga – Tabla 9. Ohm /km

% = por ciento de caída de tensión no debe exceder 3%

$$Z_e = R \times FP + XL \sin [\arccos (FP)]$$

$$E_{3\phi} = \frac{2L \times Z_e \times I_T}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} =$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times E_{3\phi}}{V} =$$

$$I_T = 3.38 \text{ A}$$

Consultando la tabla 9 calculada para un F.P=0.9, como lo indica la tabla 9 de la NOM-001-SEDE-2012.

$$Z_e(8 \text{ AWG}) = 2.4 \text{ ohm/km}$$

Sustituyendo:

$$E_{3\phi} = \frac{2(70) \times 2.4 \times 3.38}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 0.98 \text{ volts.}$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times 0.98}{220} = 0.45 \%$$

Por lo tanto se instalará:

Tabla 9 Calculada para un F.P=0.9.- Resistencia y reactancia en corriente alterna para los cables para 600 volts, 3 fases a 60 Hz y 75 °C.				
Tamaño (AWG kcmil)	Z eficaz a FP = 0.90 para conductores de cobre sin recubrimiento			
	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	
14	9.26	9.26	9.28	
12	6.02	6.02	6.04	
10	3.58	3.58	3.6	
8	2.38	2.38	2.4	
6	1.52	1.52	1.54	
4	0.99	0.99	1	
3	0.81	0.81	0.82	
2	0.62	0.68	0.68	
1	0.51	0.55	0.55	
1/0	0.41	0.45	0.43	
2/0	0.36	0.36	0.37	
3/0	0.29	0.3	0.31	
4/0	0.24	0.26	0.26	
250	0.21	0.23	0.23	
300	0.19	0.2	0.21	
350	0.17	0.18	0.19	
400	0.15	0.17	0.17	
500	0.14	0.15	0.15	
600	0.12	0.14	0.14	
750	0.11	0.13	0.13	
1000	0.1	0.11	0.12	

3-13.3 mm² (3-8 AWG) Fases

1-13.3 mm² (1-8AWG) Neutro

1-13.3 mm² (1-8 AWG) P.T

1T-27 mm² (1")

20.2 Selección del conductor de puesta a tierra del circuito secundario del tablero P

El tamaño del conductor de puesta a tierra para equipos selecciona mediante la tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012, que consiste en la capacidad o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra corriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc.

Calibre 13.3 mm² (8 awg)

20.3 Cálculo de canalización del alimentador secundario del tablero P

Datos:

Cables en canalización 3 – (8 awg) Fase + 1-(8 awg) Neutro + 1-(8 awg) T.F

Seleccionamos el área total con aislamiento de la tabla 5 de la NOM-001-SEDE-2012.

$$\text{Área total de cable} = 3(28.19 \text{ mm}^2) + 1(28.19 \text{ mm}^2) + 1(28.19 \text{ mm}^2) = 140.95 \text{ mm}^2$$

Seleccionamos el diámetro de tubería por medio del Artículo 344- Tubo Conduit metálico pesado (RMC) de la NOM-001-SEDE-2012 de la columna con fr=40%

De acuerdo a la tabla es: 1T-27 mm² (1") de diámetro

21 Cálculo de la capacidad del alimentador derivado del tablero U

$$W_C = 10,312W$$

Calculando al corriente:

$$I_T = \frac{W_C}{V_L \times F_P} = \frac{10,312}{(220) \times (0.9)} = 52.08 A$$

$$I_C = 52.08 A \times 125\% = 65.1 A$$

Seleccionamos un interruptor 2P- 70 A

De acuerdo a la corriente obtenida seleccionamos un conductor en cobre calibre 4 ya que tiene una capacidad de conducción de 85 A a 75° como lo declara la Tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE-2012.

Aplicando factor de corrección por temperatura de acuerdo a la Tabla 310-15(b)(2)(a) de la NOM-001-SEDE-2012 para una temperatura de 36-40°= 0.88

$I_C = 85 A (0.88) = 74.8 A$ por lo tanto cumple con lo requerido quedando de la siguiente manera:

2-21.2 mm² (2-4 AWG) Fases
1- 21.2 mm² (1-4 AWG) Neutro
1-8.37 mm² (1-8 AWG) P.T
1T- 35 mm² (1 1/4")

21.1 Por caída de tensión a plena carga

Datos:

$E_{3\phi}$ = Caída de tensión trifásica en volts

$\%E_{3\phi}$ = Caída de tensión trifásica en porcentaje

I_T = Corriente total no corregida

L = Distancia del alimentador en m

V = Voltaje entre línea y neutro o línea-línea (dependiendo el caso)

Z_e = Impedancia eficaz al factor de potencia de la carga – Tabla 9. *Ohm /km*

$\%$ = por ciento de caída de tensión no debe exceder 3%

$$Z_e = R \times FP + XL \sin [\arccos (FP)]$$

$$E_{3\phi} = \frac{2L \times Z_{ex} \times I_T}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} =$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times E_{3\phi}}{V} =$$

$$I_T = 52.08 \text{ A}$$

RI= Resistencia en corriente alterna para conductores de cobre sin recubrimiento Tabla 9. NOM-001-SEDE-2012.

Tabla 9.- Resistencia y reactancia en corriente alterna para los cables para 600 volts, 3 fases a 60 Hz y 75 °C.
Tres conductores individuales en un tubo conduit.

Area mm²	Tamaño (AWG o kcmil)	Ohms al neutro por kilómetro														
		X _L (Reactancia) para todos los conductores		Resistencia en corriente alterna para conductores de cobre sin recubrimiento			Resistencia en corriente alterna para conductores de aluminio			Z eficaz a <i>FP</i> = 0.85 para conductores de cobre sin recubrimiento			Z eficaz a <i>FP</i> = 0.85 para conductores de aluminio			
		Conduit de PVC o Aluminio	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	
2.08	14	0.190	0.240	10.2	10.2	10.2	—	—	—	8.9	8.9	8.9	—	—	—	
3.31	12	0.177	0.223	6.6	6.6	6.6	—	—	—	5.6	5.6	5.6	—	—	—	
5.26	10	0.164	0.207	3.9	3.9	3.9	—	—	—	3.6	3.6	3.6	—	—	—	
8.36	8	0.171	0.213	2.56	2.56	2.56	—	—	—	2.26	2.26	2.30	—	—	—	
13.30	6	0.167	0.210	1.61	1.61	1.61	2.66	2.66	2.66	1.44	1.48	1.48	2.33	2.36	2.36	
21.15	4	0.157	0.197	1.02	1.02	1.02	1.67	1.67	1.67	0.95	0.95	0.98	1.51	1.51	1.51	
26.67	3	0.154	0.194	0.82	0.82	0.82	1.31	1.35	1.31	0.75	0.79	0.79	1.21	1.21	1.21	
33.62	2	0.148	0.187	0.62	0.66	0.66	1.05	1.05	1.05	0.62	0.62	0.66	0.98	0.98	0.98	
42.41	1	0.151	0.187	0.49	0.52	0.52	0.82	0.85	0.82	0.52	0.52	0.52	0.79	0.79	0.82	
53.49	1/0	0.144	0.180	0.39	0.43	0.39	0.66	0.69	0.66	0.43	0.43	0.43	0.62	0.66	0.66	
67.43	2/0	0.141	0.177	0.33	0.33	0.33	0.52	0.52	0.52	0.36	0.36	0.36	0.52	0.52	0.52	
85.01	3/0	0.138	0.171	0.253	0.269	0.259	0.43	0.43	0.43	0.289	0.302	0.308	0.43	0.43	0.46	
107.2	4/0	0.135	0.167	0.203	0.220	0.207	0.33	0.36	0.33	0.243	0.256	0.262	0.36	0.36	0.36	
127	250	0.135	0.171	0.171	0.187	0.177	0.279	0.295	0.282	0.217	0.230	0.240	0.308	0.322	0.33	
152	300	0.135	0.167	0.144	0.161	0.148	0.233	0.249	0.236	0.194	0.207	0.213	0.269	0.282	0.289	
177	350	0.131	0.164	0.125	0.141	0.128	0.200	0.217	0.207	0.174	0.190	0.197	0.240	0.253	0.262	
203	400	0.131	0.161	0.108	0.125	0.115	0.177	0.194	0.180	0.161	0.174	0.184	0.217	0.233	0.240	
253	500	0.128	0.157	0.089	0.105	0.095	0.141	0.157	0.148	0.141	0.157	0.164	0.187	0.200	0.210	
304	600	0.128	0.157	0.075	0.092	0.082	0.118	0.135	0.125	0.131	0.144	0.154	0.167	0.180	0.190	
380	750	0.125	0.157	0.062	0.079	0.069	0.095	0.112	0.102	0.118	0.131	0.141	0.148	0.161	0.171	
507	1000	0.121	0.151	0.049	0.062	0.059	0.075	0.089	0.082	0.105	0.118	0.131	0.128	0.138	0.151	

Notas:

1. Estos valores se basan en las siguientes constantes: conductores del tipo RHH con trenzado de Clase B, en configuración acunada. La conductividad de los alambres es del 100 por ciento IACS para cobre y del 61 por ciento IACS para aluminio; la del conduit de aluminio es del 45 por ciento IACS. No se tiene en cuenta la reactancia capacitiva, que es insignificante a estas tensiones. Estos valores de resistencia sólo son válidos a 75 °C y para los parámetros dados, pero son representativos para los tipos de alambres para 600 volts que operen a 60 Hz.

2. La impedancia (Z) eficaz se define como $R \cos(\theta) + X \sin(\theta)$, en donde θ es el ángulo del factor de potencia del circuito. Al multiplicar la corriente por la impedancia eficaz se obtiene una buena aproximación de la caída de tensión de línea a neutro. Los valores de impedancia eficaz de esta tabla sólo son válidos con un factor de potencia de 0.85. Para cualquier otro factor de potencia (FP) del circuito, la impedancia eficaz (Ze) se puede calcular a partir de los valores de R y XL dados en esta tabla, como sigue: $Z_e = R \times FP + X_L \sin[\arccos(FP)]$.

$$Z_e(4 \text{ AWG}) = 1.02 \text{ ohm/km}$$

Sustituyendo:

$$E_{3\phi} = \frac{2(45) \times 1.02 \times 52.08}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 6.1 \text{ volts.}$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times 6.1}{220} = 2.17\%$$

Por lo tanto se instalará:

2-21.2 mm² (2-4 AWG) Fases
1- 21.2 mm² (1-4 AWG) Neutro
1-8.37 mm² (1-8 AWG) P.T
1T- 35 mm² (1 1/4")

21.2 Selección del conductor de puesta a tierra del circuito secundario de tablero U

El tamaño del conductor de puesta a tierra para equipos selecciona mediante la tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012, que consiste en la capacidad o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra corriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc.

Calibre 3.87mm² (8 awg)

21.3 Cálculo de canalizaciones del alimentador secundario del tablero U

Datos:

Cables en canalización 2 – (4 awg) Fase + 1-(4 awg) Neutro + 1-(8 awg) T.F

Seleccionamos el área total con aislamiento de la tabla 5 de la NOM-001-SEDE-2012.

Área total de cable = $2(62.77 \text{ mm}^2) + 1(62.77 \text{ mm}^2) + 1(8.37 \text{ mm}^2) = 196.68 \text{ mm}^2$

Seleccionamos el diámetro de tubería por medio del Artículo 344- Tubo conduit metalico pesado(RMC) de la NOM-001-SEDE-2012 de la columna con $fr = 40\%$

De acuerdo a la tabla es: 1T-35 mm² (1 1/4") de diámetro

22 Cálculo de la capacidad del alimentador secundario del tablero R regulado

$$W_C = 7,860 \text{ W}$$

Calculando al corriente:

$$I_T = \frac{W_C}{V_L \times F_P} = \frac{7,860}{(220) \times (0.9)} = 39.70 \text{ A}$$

$$I_C = 39.70 \text{ A} \times 125\% = 49.62 \text{ A}$$

Seleccionamos un interruptor 2P- 50 A

De acuerdo a la corriente obtenida seleccionamos un conductor en cobre calibre 6 ya que tiene una capacidad de conducción de 50 A, a 75° como lo declara la Tabla 310-15(b)(16) de la NOM-001-SEDE-2012.

Aplicando factor de corrección por temperatura de acuerdo a la Tabla 310-15(b)(2)(a) de la NOM-001-SEDE-2012 para una temperatura de 36-40° = 0.88

$I_C = 65(0.88) = 57.2 \text{ A}$ por lo tanto cumple con lo requerido quedando de la siguiente manera:

2-13.3 mm² (2-6 AWG) Fases
1-13.3 mm² (1-6 AWG) Neutro
(1-10 AWG) T.F AISLADA
(1-10 AWG) T.F DESNUDA
1T-27mm² (1 ")

22.1 Por caída de tensión a plena carga

Datos:

$E_{3\phi}$ = Caída de tensión trifásica en volts

$\%E_{3\phi}$ = Caída de tensión trifásica en porcentaje

I_T = Corriente total no corregida

L = Distancia del alimentador en m

V = Voltaje entre línea y neutro o línea-línea (dependiendo el caso)

Z_e = Impedancia eficaz al factor de potencia de la carga – Tabla 9. *Ohm /km*

$\%$ = por ciento de caída de tensión no debe exceder 3%

$$Z_e = R \times FP + XL \sin [\arccos (FP)]$$

$$E_{3\phi} = \frac{2L \times Z_{ex} I_T}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} =$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times E_{3\phi}}{V} =$$

$$I_T = 39.70 \text{ A}$$

Donde:

$$R_I(6AWG) = 1.61 \text{ ohm/km}$$

$$L = 5m$$

$$I_T = 39.70 \text{ A}$$

$$V = 220$$

Consultando la tabla 9 calculada para un F.P.=0.9, como lo indica la tabla 9 de la NOM-001-SEDE-2012.

Tabla 9.- Resistencia y reactancia en corriente alterna para los cables para 600 volts, 3 fases a 60 Hz y 75 °C.

Tres conductores individuales en un tubo conduit.

Area mm²	Tamaño (AWG o kcmil)	Ohms al neutro por kilómetro														
		X _L (Reactancia) para todos los conductores		Resistencia en corriente alterna para conductores de cobre sin recubrimiento			Resistencia en corriente alterna para conductores de aluminio			Z eficaz a <i>FP</i> = 0.85 para conductores de cobre sin recubrimiento			Z eficaz a <i>FP</i> = 0.85 para conductores de aluminio			
		Conduit de PVC o Aluminio	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	
2.08	14	0.190	0.240	10.2	10.2	10.2	—	—	—	8.9	8.9	8.9	—	—	—	
3.31	12	0.177	0.223	6.6	6.6	6.6	—	—	—	5.6	5.6	5.6	—	—	—	
5.26	10	0.164	0.207	3.9	3.9	3.9	—	—	—	3.6	3.6	3.6	—	—	—	
8.36	8	0.171	0.213	2.56	2.56	2.56	—	—	—	2.26	2.26	2.30	—	—	—	
13.30	6	0.167	0.210	1.61	1.61	1.61	2.66	2.66	2.66	1.44	1.48	1.48	2.33	2.36	2.36	
21.15	4	0.157	0.197	1.02	1.02	1.02	1.67	1.67	1.67	0.95	0.95	0.98	1.51	1.51	1.51	
26.67	3	0.154	0.194	0.82	0.82	0.82	1.31	1.35	1.31	0.75	0.79	0.79	1.21	1.21	1.21	
33.62	2	0.148	0.187	0.62	0.66	0.66	1.05	1.05	1.05	0.62	0.62	0.66	0.98	0.98	0.98	
42.41	1	0.151	0.187	0.49	0.52	0.52	0.82	0.85	0.82	0.52	0.52	0.52	0.79	0.79	0.82	
53.49	1/0	0.144	0.180	0.39	0.43	0.39	0.66	0.69	0.66	0.43	0.43	0.43	0.62	0.66	0.66	
67.43	2/0	0.141	0.177	0.33	0.33	0.33	0.52	0.52	0.52	0.36	0.36	0.36	0.52	0.52	0.52	
85.01	3/0	0.138	0.171	0.253	0.269	0.259	0.43	0.43	0.43	0.289	0.302	0.308	0.43	0.43	0.46	
107.2	4/0	0.135	0.167	0.203	0.220	0.207	0.33	0.36	0.33	0.243	0.256	0.262	0.36	0.36	0.36	
127	250	0.135	0.171	0.171	0.187	0.177	0.279	0.295	0.282	0.217	0.230	0.240	0.308	0.322	0.33	
152	300	0.135	0.167	0.144	0.161	0.148	0.233	0.249	0.236	0.194	0.207	0.213	0.269	0.282	0.289	
177	350	0.131	0.164	0.125	0.141	0.128	0.200	0.217	0.207	0.174	0.190	0.197	0.240	0.253	0.262	
203	400	0.131	0.161	0.108	0.125	0.115	0.177	0.194	0.180	0.161	0.174	0.184	0.217	0.233	0.240	
253	500	0.128	0.157	0.089	0.105	0.095	0.141	0.157	0.148	0.141	0.157	0.164	0.187	0.200	0.210	
304	600	0.128	0.157	0.075	0.092	0.082	0.118	0.135	0.125	0.131	0.144	0.154	0.167	0.180	0.190	
380	750	0.125	0.157	0.062	0.079	0.069	0.095	0.112	0.102	0.118	0.131	0.141	0.148	0.161	0.171	
507	1000	0.121	0.151	0.049	0.062	0.059	0.075	0.089	0.082	0.105	0.118	0.131	0.128	0.138	0.151	

Notas:

1. Estos valores se basan en las siguientes constantes: conductores del tipo RHH con trenzado de Clase B, en configuración acunada. La conductividad de los alambres es del 100 por ciento IACS para cobre y del 61 por ciento IACS para aluminio; la del conduit de aluminio es del 45 por ciento IACS. No se tiene en cuenta la reactancia capacitiva, que es insignificante a estas tensiones. Estos valores de resistencia sólo son válidos a 75 °C y para los parámetros dados, pero son representativos para los tipos de alambres para 600 volts que operen a 60 Hz.

2. La impedancia (Z) eficaz se define como $R \cos(\theta) + X \sin(\theta)$, en donde θ es el ángulo del factor de potencia del circuito. Al multiplicar la corriente por la impedancia eficaz se obtiene una buena aproximación de la caída de tensión de línea a neutro. Los valores de impedancia eficaz de esta tabla sólo son válidos con un factor de potencia de 0.85. Para cualquier otro factor de potencia (FP) del circuito, la impedancia eficaz (Ze) se puede calcular a partir de los valores de R y XL dados en esta tabla, como sigue: $Ze = R \times FP + X_L \sin[\arccos(FP)]$.

Sustituyendo:

$$E_{3\phi} = \frac{2(5) \times 1.61 \times 39.70}{1000} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 0.55 \text{ volts.}$$

$$\%E_{3\phi} = \frac{100 \times 0.55}{220} = 0.29 \%$$

Por lo tanto se instalará:

2-13.3 mm² (2-6 AWG) Fases
1-13.3 mm² (1-6 AWG) Neutro
(1-10 AWG) T.F AISLADA
(1-10 AWG) T.F DESNUDA
1T-27mm² (1 ")

22.2 Selección del conductor de puesta a tierra del circuito secundario del tablero R regulado

El tamaño del conductor de puesta a tierra para equipos selecciona mediante la tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012, que consiste en la capacidad o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra corriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc.

Calibre 5.26 mm²(10 awg)

22.3 Cálculo de canalizaciones del alimentador secundario del tablero R regulado

Datos:

cables en canalización 2– (6) Fase + 1-(6) Neutro + 1-(10) T.F.A + 1-(10) T.F.D

Seleccionamos el área total con aislamiento de la tabla 5 de la NOM-001-SEDE-2012

Área total de cable = 2(46.84mm²) +1(46.84mm²) + 1(21.48mm²) + 1(21.48mm²) = 183.48 mm²

Seleccionamos el diámetro de tubería por medio del Artículo 344- Tubo conduit metálico semi pesado (IMC) de la NOM-001-SEDE-2012 de la columna con fr=40%

De acuerdo a la tabla es: 1T-27mm² (1") de diámetro

23 Cálculo de cortocircuito

La finalidad del corto circuito es obtener la magnitud de corriente de corto circuito que puede generar o presentar en el momento de una falla del sistema.

Conocer con exactitud dicha magnitud y el tiempo que permanece en el sistema, es importante porque nos ayuda a seleccionar el equipo adecuado capaz de soportar tal corriente de falla. Sin afectarse los equipos y operar satisfactoriamente.

Existen varios métodos para el análisis de cálculo del corto circuito, para el presente cálculo utilizaremos el método del bus infinito, por considerarse práctico y de resultados aproximados.

23.1 Metodo del bus infinito

1. - Cálculo de la intensidad de corriente nominal en baja tensión, del transformador.-

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

Para el transformador de 225 *kVA* tenemos:

$$I_{sec} = \frac{225(1000)}{220 \times \sqrt{3}} = 590.47 A$$

$$I_{sec} = 590.47 A$$

2. - Calculando las corrientes de corto circuito simétricos y asimétrico, con las siguientes condiciones: transformador sin carga (no existe contribución de corriente al corto circuito). La única impedancia que limita la corriente de falla es del transformador.

$$\text{Capacidad} = 225 \text{ kVA} \quad Z_t = 4.0 \%$$

a) Corriente de corto circuito simétrica I_{ccsim}

$$I_{ccsim} = \frac{I_{SEC}(100)}{Z_t} =$$

$$I_{ccsim} = \frac{590.47(100)}{4} =$$

$$I_{ccsim} = 14,761.75A$$

b) Corriente de corto circuito Asimétrica, I_{ccasim}

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

$$I_{ccasim} = 14,761.75A (1.25)$$

$$I_{ccasim} = 18452.18A$$

3. - Cálculo de las corrientes simétricas y asimétrica con las siguientes condiciones.-

Transformador con carga, las impedancias que limitan las corrientes de falla son las del transformador y cargas. -

Se considera el 80 % de la capacidad del transformador como carga.-

$$kVA_c = (kVA)(0.80)$$

Para la subestación de 225 kVA tenemos:

$$kVA_c = (225)(0.80)$$

$$kVA_c = 180 \text{ KVA}$$

a.- Corriente de corto circuito simétrico, I_{ccsim}

$$Z_m = \frac{kVA(Z_c)}{kVA_c} =$$

Donde Z_c = Impedancia de la carga 10 %

$$Z_m = \frac{225(10)}{180} = 12.5$$

$$Z_r = \frac{(Z_t)(Z_c)}{Z_t + Z_c} = \text{Impedancia de la carga}$$

$$Z_r = \frac{(4)(12.5)}{4 + 12.5} = 3.03$$

$$I_{ccsim} = \frac{100(I_{sec})}{Z_r} =$$

$$I_{ccsim} = \frac{100(590.47)}{3.03} = 19487.45$$

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

$$I_{ccasim} = 24359.32$$

Con este valor de corriente de corto circuito podemos seleccionar la capacidad del interruptor general del tablero I-line, el cual no debe ser menor a la corriente de corto circuito obtenido, lo cual quiere decir que seleccionamos un interruptor de marco :

3X630 AMP. 65kA

23.2 Cálculos de corto circuito en tableros de distribución

Existen varios métodos para el análisis de cálculo del corto circuito, para el presente cálculo utilizaremos el método del punto por punto, por considerarse práctico y de resultados aproximados.

Para el cálculo de I_{cco} se realiza considerando un primario de capacidad infinita.

Cálculo de la intensidad de corriente nominal en baja tensión, del transformador, esta dada por:

$$I_{cco} = \frac{100(I_{pc})}{\%Z} =$$

$$I_{ccn} = I_{ccn-1} \times M_n$$

Donde:

I_{cco} =Corriente de c.c en bus (boquillas del transformador). Amp.rms

I_{ccn} =Corriente de corto circuito en bus n

I_{ccn-1} =Corriente de corto circuito en bus alimentador del bus n

I_{pc} =Corriente a plena carga del transformador

$\%Z$ =Porcentaje de impedancia del transformador

Cálculo:

Paso 1.-Caculo de $I_{cco}(A)$ bus #1, a la salida de las boquillas del transformador.

$$I_{pc} = 590.47 \text{ Amp.}$$
$$\%Z = 4$$
$$I_{cco} = (100 * 590.47) / 4 = 14761.75 \text{ A}$$

TRANSFORMADOR		
Bus no.	1	
P	225	KVA
V	220	V
%Z	4.0	
Ipc	590.5	A
Icco (A)	14762	A rms sim

Paso 2_- Se calcula el factor de reduccion de c.c entre buses en el bus #2.

$$Mn = \frac{C \times R \times V}{(C \times R \times V) + (1.73 \times L \times I_{cc} - 1)} =$$

donde:

Mn =Factor de reduccion del c.c entre buses. Amper rms simetricos.

C =Factor de impedancia de cables en canalizacion. (ver tabla).

n =Numero de identificacion del bus.

P =Potencia del transformador en kVA

R =Numero de cables en paralelo por fase

V =Voltaje de linea a linea

L =Longitud de los cables entre buses.

Tabla de factor de impedancias de cables en canalizaciones.

Calibre	Constante "C" por tipo de canalización			
	Conductor de Cu		Conductor de Al	
	Acero	Otra	Acero	Otra
14	119	119	72	72
12	188	188	114	114
10	299	299	182	182
8	475	475	290	290
6	739	741	451	451
4	1160	1166	715	716
2	1800	1842	1132	1137
1/0	2720	2840	1761	1779
2/0	3278	3482	2190	2225
3/0	3915	4244	2690	2777
4/0	4597	5082	3274	3406
250	5024	5667	3695	3920
300	5540	6360	4239	4548
350	6005	6930	4720	5124
400	6268	7405	5081	5640
500	6762	8140	5717	6520
600	7000	8544	6124	7148
750	7357	8627	6634	7160
1000	7705	9598	7156	8772

$$Mn = \frac{(6268)(3)(220)}{(6268)(3)(220) + ((1.73(8)(29823))} = 0.91$$

Paso 3.-Se procede al cálculo de c.c en el bus #2 con:

$$I_{ccn} = I_{ccn} - 1 * Mn$$

$$I_{ccn} = (14761.75)(0.91) = 13453Amp.$$

	ILINE	vs incendio
Bus no.	2	2
R	3	1
L	10	10
C	4597	2720
Mn	0.91	0.67
Iccn (A)	13453	9885

4-Con este dato, se procede hacer el cálculo de corto circuito en en el bus #3 que corresponde a los tableros de distribución, repitiendo los pasos 2 y 3.

	ILINE	vs incendio
Bus no.	3	3
R	3	1
L	29	60
C	4597	2720
Mn	0.80	0.27
lccn (A)	10701	3638

5-Con este dato, se procede hacer el cálculo de corto circuito en en el bus #4 que corresponde a los tableros de distribución Y Equipos, repitiendo los pasos 2 y 3.

	A.A.#1	A.A.#2	A.A.#3	A.A.#4	TRANSFER	TAB. A	TAB.B	TAB. H	MONTACAP
Bus no.	4	4	4	4	4	4	4	4	4
R	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L	15	25	30	35	5	70	95	70	60
C	2720	2720	2720	2720	2720	3915	1160	475	739
Mn	0.65	0.53	0.48	0.44	0.85	0.37	0.11	0.07	0.11
lccn (A)	6965	5650	5162	4752	9078	3906	1193	698	1203

6-Con este dato, se procede hacer el cálculo de corto circuito en en el bus #5 que corresponde a los tableros de distribución, repitiendo los pasos 2 y 3.

	TAB. T
Bus no.	5
R	1
L	5
C	2720
Mn	0.93
lccn (A)	4403

7-Con este dato, se procede hacer el cálculo de corto circuito en en el bus #6 que corresponde a los tableros de distribución, repitiendo los pasos 2 y 3.

	Tab. E	Tab. F	TAB.U	TAB.P
Bus no.	6	6	6	6
R	1	1	1	1
L	50	70	45	70
C	475	739	1160	475
Mn	0.22	0.23	0.43	0.16
Iccn (A)	947	1028	1878	721

8-Con este dato, se procede hacer el cálculo de corto circuito en en el bus #7 que corresponde alos tableros de distribucion, repitiendo los pasos 2 y 3.

	Tab. R
Bus no.	7
R	1
L	5
C	739
Mn	0.94
Iccn (A)	895

Con estos valores de corriente de corto circuito podemos seleccionar la capacidad del interruptor de c/u de los tableros de distribución, el cual no debe ser menor a la corriente de corto circuito obtenido, lo cual quiere decir que seleccionamos un interruptor de **10,000 ACI.**

23.3 Cálculo de corto circuito monofásicas y bifásicas

Existen varios métodos para el análisis de cálculo del corto circuito, para el presente cálculo utilizaremos el método del punto por punto, por considerarse práctico y de resultados aproximados.

Para el cálculo de I_{cco} se realiza considerando un primario de capacidad infinita.

Cálculo de la intensidad de corriente nominal en baja tensión, del transformador, esta dada por:

$$I_{cco} = \frac{100(I_{pc})}{\%Z} =$$

$$I_{ccn} = I_{ccn} - 1 \times Mn$$

Donde:

I_{cco} =Corriente de c.c en bus (boquillas del transformador). Amp.rms

I_{ccn} =Corriente de corto circuito en bus n

$I_{ccn} - 1$ =Corriente de corto circuito en bus alimentador del bus n

I_{pc} =Corriente a plena carga del transformador

$\%Z$ =Porcentaje de impedancia del transformador

Cálculo:

Paso 1.-Caculo de I_{cco} (A) bus #1, a la salida de las boquillas del transformador.

$$I_{pc} = 590.47 \text{ Amp.}$$

$$\%Z = 4$$

$$I_{cco} = (100 * 590.47)/4 = 14761.75 \text{ A}$$

Paso 2_- Se calcula el factor de reduccion de c.c entre buses en el bus #2.

TRANSFORMADOR		
Bus no.	1	
P	225	KVA
V	220	V
%Z	4.0	
Ipc	590.5	A
Icco (A)	14762	A rms sim

$$Mn = \frac{C \times R \times V}{(C \times R \times V) + (1.73 \times L \times Icc - 1)} =$$

donde:

Mn =Factor de reduccion del c.c entre buses. Amper rms simetricos.

C =Factor de impedancia de cables en canalizacion. (ver tabla).

n =Numero de identificacion del bus.

P =Potencia del transformador en kVA

R =Numero de cables en paralelo por fase

V =Voltaje de linea a linea

L =Longitud de los cables entre buses.

Tabla de factor de impedancias de cables en canalizaciones.

Calibre	Constante "C" por tipo de canalización			
	Conductor de Cu		Conductor de Al	
	Acero	Otra	Acero	Otra
14	119	119	72	72
12	188	188	114	114
10	299	299	182	182
8	475	475	290	290
6	739	741	451	451
4	1160	1166	715	716
2	1800	1842	1132	1137
1/0	2720	2840	1761	1779
2/0	3278	3482	2190	2225
3/0	3915	4244	2690	2777
4/0	4597	5082	3274	3406
250	5024	5667	3695	3920
300	5540	6360	4239	4548
350	6005	6930	4720	5124
400	6268	7405	5081	5640
500	6762	8140	5717	6520
600	7000	8544	6124	7148
750	7357	8627	6634	7160
1000	7705	9598	7156	8772

$$Mn = \frac{(6268)(3)(220)}{(6268)(3)(220) + ((1.73)(8)(29823))} = 0.91$$

Paso 3.-Se procede al cálculo de c.c en el bus #2 con:

$$I_{ccn} = I_{ccn} - 1 \times Mn$$

$$I_{ccn} = (14,762.75)(0.91) = 13453 \text{ Amp.}$$

	ILINE	vs incendio
Bus no.	2	2
R	3	1
L	10	10
C	4597	2720
Mn	0.91	0.67
Iccn (A)	13453	9885

4-Con este dato, se procede hacer el cálculo de corto circuito en en el bus #3 que corresponde alos tableros de distribucion, repitiendo los pasos 2 y 3.

	ILINE	vs incendio
Bus no.	3	3
R	3	1
L	29	60
C	4597	2720
Mn	0.80	0.27
Iccn (A)	10701	3638

5-Con este dato, se procede hacer el cálculo de corto circuito en en el bus #4 que corresponde alos tableros de distribucion y equipos de A/A, repitiendo los pasos 2 y 3.

	A.A.#1	A.A.#2	A.A.#3	A.A.#4	TRANSFER	TAB. A	TAB. B	TAB. H	MONTACA
Bus no.	4	4	4	4	4	4	4	4	4
R	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L	15	25	30	35	5	70	95	70	60
C	2720	2720	2720	2720	2720	3915	1160	475	739
Mn	0.65	0.53	0.48	0.44	0.85	0.37	0.11	0.07	0.11
Iccn (A)	6965	5650	5162	4752	9078	3906	1193	698	1203

6-Con este dato, se procede hacer el cálculo de corto circuito en en el bus #5 que corresponde alos tableros de distribucion, repitiendo los pasos 2 y 3.

	TAB. T
Bus no.	5
R	1
L	5
C	2720
Mn	0.93
Iccn (A)	4403

7-Con este dato, se procede hacer el cálculo de corto circuito en en el bus #6 que corresponde alos tableros de distribucion, repitiendo los pasos 2 y 3.

	Tab. E	Tab. F	TAB.U	TAB.P
Bus no.	6	6	6	6
R	1	1	1	1
L	50	70	45	70
C	475	739	1160	475
Mn	0.22	0.23	0.43	0.16
Iccn (A)	947	1028	1878	721

8-Con este dato, se procede hacer el cálculo de corto circuito en en el bus #7 que corresponde alos tableros de distribucion, repitiendo los pasos 2 y 3.

	Tab. R
Bus no.	7
R	1
L	5
C	739
Mn	0.94
Iccn (A)	895

Con estos valores de corriente de corto circuito podemos seleccionar la capacidad del interruptor de c/u de los tableros de distribucion, el cual no debe ser menor a la corriente de corto circuito obtenido, lo cual quiere decir que seleccionamos un interruptor de **10,000 ACI**.

Cálculos y redacción de memoria técnica descriptiva eléctrica de Tienda T-180 "COPPEL OBELISCO" Blvd. Hilario Medina #2001 Col. Real Providencia, entre Blvd. Valtierra y Blvd. Saturno. C.P. 37260. León, Guanajuato

24-Bibliografia

Alexander, C. K., & Sadiku, M. N. O. (2006). Fundamentos de circuitos eléctricos (3rd ed.). McGraw-Hill.

Alexander, C. K., Piñón Rizo, J. F., Cordero Pedraza, C. R., Villagómez Velázquez, H., Martín del Campo, F., Sadiku, M. N. O., & López Caudana, E. O. (2013). Fundamentos de circuitos eléctricos. McGraw-Hill Education.

Diego Onésimo Becerril Lopez. Instalaciones eléctricas practicas / 12a ed. editorial Porrúa. 2024

NOM-001 INSTALACIONES ELECTRICAS (UTILIZACION)

ANEXOS:



CULIACÁN, SINALOAA 12 DE MAYO DE 2025
ASUNTO: CONSTANCIA DE TESIS PROFESIONAL

Por medio de la presente, quiero expresar mi autorización para el desarrollo e implementación del proyecto titulado: Diseño, cálculo e implementación de subestación de 225 KVA 13200/127-220 V tipo pedestal. "Tienda 180-Obelisco"

Sin otro particular, le envió un cordial saludo.

ATENTAMENTE
Rubén
RUBÉN MUÑOZ ALARCON
GERENTE DE DISEÑO E INSTALACIONES
COPPEL S.A. DE C.V.
COP-920428-Q20
CARRETERA REPUBLICA NO. 2855 PTE.
COL. RECURSOS HIDRAULICOS
CULIACÁN, SINALOAA
CULIACÁN, SINALOAA

República No. 2855 Pte.
Col. Recursos Hidráulicos
Culiacán, Sinaloa, México.
C.P. 80105

Tel. (667) 759 4200
759 4270, 759 4280
Fax (667) 759 4250
www.coppel.com

CROQUIS DE LOCALIZACION



LEÓN, GUANAJUATO

ESPECIFICACIONES

COORDINADOR GERENTE DE PROYECTOS:

ARQ. MABEL TAKAZÓN

GERENTE DE PROYECTOS:

ARQ. YARELY QUEVEDO

LÍDER DE PROYECTOS:

ARQ. DANIELA LEAL

CORRE ELECTRONICO:

cesar.ramos@coppel.com

PROYECTO(ELECTRICO):

ING. CESAR RAMOS

CECULA:

10655600

RUBEN NÚÑEZ ALARCON

FECHA:

SUPERFICIES

SUP. TERRENO 1568.30 (m²)

SUP. CONST. P.B. ##### (m²)

SUP. CONST. P.N. ##### (m²)

SUP. CONST. P.A. ##### (m²)

CONSTRUCCIÓN TOTAL 3050.49 (m²)

SUP. TECHUMBRE ##### (m²)

SUP. LOSA DE SERVICIO ##### (m²)

SUP. DE FACHADA PPAL. ##### (m²)

SUP. DE FACHADA L. IZQ. ##### (m²)

SUP. DE FACHADA L. DER. ##### (m²)

SUP. DE FACHADA POST. ##### (m²)

SUP. DE FACHADA TOTAL ##### (m²)

SUP. VENTA P.B. ##### (m²)

SUP. VENTA P.N. ##### (m²)

SUP. VENTA TOTAL ##### (m²)

SUP. DE BODEGUITA ##### (m²)

PROYECTO:

COPPEL OBELISCO

LEÓN, GUANAJUATO

NOMBRE DEL PLANO:

INSTALACION ELECTRICA

DIAGRAMA UNIFILAR

ESCALA:

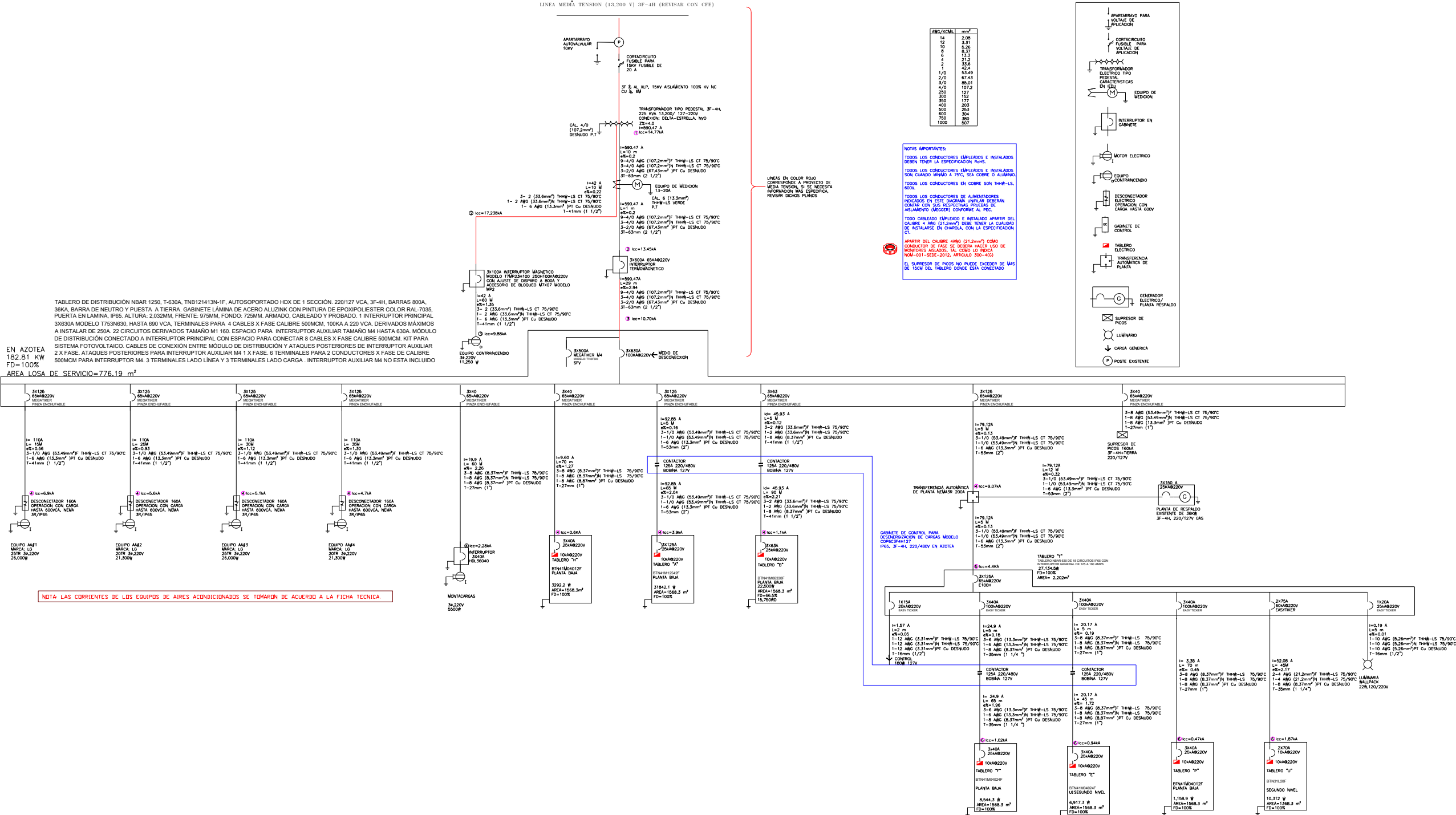
CLAVE:

IEDU

NUM. DE TIENDA:

T-180

T-180 "COPPEL OBELISCO"-LEÓN, GUANAJUATO.
LÍNEA MEDIA TENSION (13,200 V) 3F-4H (REVISAR CON CFE)





La información contenida en este plano es confidencial y privada, para el uso exclusivo de Diseño Coppel. Queda prohibida cualquier distribución total o parcial sin su autorización.



CROQUIS DE LOCALIZACION



LEÓN, GUANAJUATO

ESPECIFICACIONES

COORDINADOR GERENTE DE PROYECTOS:

ARQ. MABEL TARAZÓN

GERENTE DE PROYECTOS:

ARQ. YARELY QUEVEDO

LIDER DE PROYECTOS:

ARQ. DANIELA LEAL

CORRE ELECTRONICO:

cesar.ramos@coppel.com

PROYECTO (ELECTRICO):

ING. CESAR RAMOS

CEJULA:

10685600

RUBEN NUNEZ ALARCON

FECHA:

SUPERFICIES

SUP. TERRENO 1568.30 (m²)
SUP. CONST. P.B. ##### (m²)
SUP. CONST. P.N. ##### (m²)
SUP. CONST. P.A. ##### (m²)

CONSTRUCCIÓN TOTAL 3050.49 (m²)

SUP. TECHUMBRE ##### (m²)
SUP. LOSA DE SERVICIO ##### (m²)
SUP. DE FACHADA PPAL. ##### (m²)
SUP. DE FACHADA L. IZQ. ##### (m²)
SUP. DE FACHADA L. DER. ##### (m²)
SUP. DE FACHADA POST. ##### (m²)

SUP. DE FACHADA TOTAL ##### (m²)
SUP. VENTA P.B. ##### (m²)
SUP. VENTA P.N. ##### (m²)
SUP. VENTA TOTAL ##### (m²)

SUP. DE BODEGUITA ##### (m²)

PROYECTO:

COPPEL OBELISCO

LEÓN, GUANAJUATO

NOMBRE DEL PLANO:

INSTALACION ELECTRICA
CUADROS DE CARGA 3

ESCALA:

CLAVE:

IECC3

NUM. DE TIENDA:

T-180

NOMBRE DE TABLERO	A		ALIMENTADOR			
NUMERO DE POLOS	42		CONDUCTOR FASE	1/0	THHW-LS A 75°C	53.49 mm²
MODELO DE TABLERO	BTM4M12542F		CONDUCTOR NEUTRO	1/0	THW-LS A 75°C	53.49 mm²
INTERRUPTOR PRINCIPAL	3X125		CONDUCTOR PUESTA TIERRA	6	THHW-LS A 75°C ó DESN	13.3 mm²
VOLTAJE DE OPERACION	220	127	CONDUCTOR TIERRA AISLADA	NA	THHW-LS A 75°C	#N/D mm²
FACTOR DE POTENCIA	0.9		NUMERO DE PAREALEOS	1	Ze	0.43
			TAMANO DE CANALIZACION	53	mm	2 PULGADAS

CIRCUITO EN TABLERO	CIRCUITO EN PLANO	DESCRIPCION											SALIDA SECADOR DE MANOS				MICROONDA	L-5	L-7	WATTS TOTALES	WATTS			CORRIENTE	VOLTAJE	INTERRUPTOR	CAPACIDAD INTERRUPTIVA	CALIBRE CONDUCTOR FASE	CALIBRE CONDUCTOR NEUTRO	CALIBRE CONDUCTO PUESTA TIERRA	CALIBRE CONDUCTOR TIERRA AISLADA	Ze (R)	DISTANCIA	CAIDA DE VOLTAJE						
			L-1	L-6	L-8	L-9	L-12	L-3	L-2	L-16	L-15	EXXT 1/4HP		L-14	CONTACTO	A					B	C	AMPERES											KA	AWG	AWG	AWG	AWG	M	E%
			18W	4X18W	2X18W	38W	18W	34.9W	34.5W	34W	10W	187W		13W	180W	1000W					2X18W	1X18W																		
1	C-1A	CONTACTOS DE SERVICIO Y LINEA BLANCA PB													6				1080	1080			9.45	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	40	2.32							
2	C-2A	CONTACTOS LINEA BLANCA PB													10				1800	1800			15.75	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	30	2.90							
3	C-3A	CONTACTOS LINEA BLANCA PB													10				1800		1800		15.75	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	28	2.71							
4	C-4A	CONTACTOS LINEA BLANCA PB													5				900		900		7.87	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	30	1.45							
5	C-5A	CONTACTOS DE SERVICIO PB													5				900			900	7.87	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	51	2.47							
6	C-6A	CONTACTOS DE LINEA BLANCA PB													5				900			900	7.87	127	1X20 GFI	10	10	10	10	N/A	3.9	54	2.61							
7	C-7A	CONTACTOS DE SERVICIO													5				900	900			7.87	127	1X20 GFI	10	10	10	10	N/A	3.9	55	2.66							
8	C-8A	CONTACTOS DE SERVICIO PN													5				900	900			7.87	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	60	2.90							
9	C-9A	CONTACTOS DE COMEDOR PN													2				360		360		3.15	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	12	0.23							
10	C-10A	MICROONDAS														1			1000		1000		8.75	127	1X20 GFI	10	10	10	10	N/A	3.9	10	0.54							
11	C-11A	SECADOR DE MANOS DAMAS																	1000		1000		8.75	127	1X20 GFI	10	10	10	10	N/A	3.9	22	1.18							
12	C-12A	SECADOR DE MANOS CABALLEROS																	1000		1000		8.75	127	1X20 GFI	10	10	10	10	N/A	3.9	20	1.07							
13	C-13A	CONTACTO DE SERVICIO Y CTO DE ASEO PN													6				1080	1080			9.45	127	1X20 GFI	10	10	10	10	N/A	3.9	42	2.44							
14	C-14A	CONTACTO DE SERVICIO PN Y JOYERIA													5				900	900			7.87	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	60	2.90							
15	C-15A	CONTACTOS DE SERVICIO PA													4				720		720		6.30	127	1X20 GFI	10	10	10	10	N/A	3.9	68	2.63							
16	C-16A	EXTRACTOR DE BANOS											1						187		187		1.64	127	1X20 GFI	10	10	10	10	N/A	3.9	20	0.20							
17	C-17A	EXTRACTOR DE COMEDOR																	187		187		1.64	127	1X20 GFI	10	10	10	10	N/A	3.9	22	0.22							
18	C-18A	ILUMINACION GENERAL PN																	1140.9			1140.9	9.98	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	46	2.82							
20	C-20A	ILUMINACION GENERAL PN					1				3								1039.7	1039.7			9.10	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	41	2.29							
19	C-19A	CONTACTO DE SERVICIO 220V																	180		90		0.91	127	2X20 GFI	10	10	N/A	10	N/A	3.9	65	0.21							
22	C-21A	ILUMINACION FALDON PB					21												828		828		7.24	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	65	2.89							
23	C-22A	ILUMINACION FALDON PB					11	1											452		452		3.95	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	90	2.19							
24	C-23A	ILUMINACION FALDON PB																	1044		1044		9.13	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	45	2.69							
25	C-24A	ILUMINACION GENERAL PB	28																504	504			4.41	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	40	1.08							
26	C-25A	ILUMINACION GENERAL PB	30																540	540			4.72	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	43	1.25							
27	C-26A	ILUMINACION GENERAL PB	40																720		720		6.30	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	38	1.47							
28	C-27A	ILUMINACION GENERAL PN	28																504		504		4.41	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	45	1.22							
29	C-28A	ILUMINACION GENERAL PB	24																432		432		3.78	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	75	1.74							
30	C-29A	ILUMINACION GENERAL PB	36																648		648		5.67	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	65	2.26							
31	C-30A	ILUMINACION GENERAL PB	32																576	576			5.04	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	55	1.70							
32	C-31A	ILUMINACION GENERAL PN																	1121.5	1121.5			9.81	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	49	2.95							
33	C-32A	ILUMINACION SPOTS PB																	1064		1064		9.31	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	50	2.86							
34	C-33A	ILUMINACION SPOTS PB																	964		964		8.43	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	51	1.61							
35	C-34A	ILUMINACION SPOTS PB																	816		816		7.14	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	50	2.19							
36	C-35A	ILUMINACION SPOTS PN																	1010		1010		8.84	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	50	2.71							
37	C-36A	CONTACTO DE SERVICIO PN																	360	360			3.15	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	50	0.97							
38	C	CANCELADO																	0	0			0.00	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	50	0.00							
39	C-36A	ILUMINACION SPOTS PN																	1060		1060		9.27	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	45	2.56							
40	C-37A	ILUMINACION SPOTS PN																	1224		1224		10.71	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	45	0.00							
41	C	CANCELADO																	0	0			0.00	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	45	0.00							
42	C	CANCELADO																	0	0			0.00	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	45	0.00							
			0			218	12	37	7	0	9	2			71	1	0	5	0	10891.20	11421.00	9529.90																		
			0			3924	864	1332	266	0	314.1	2000			12780	1000	0	90	0																					

WATTS TOTALES	31842.1
AMPERES	92.85
DISTANCIA EN M	70
CAIDA DE TENSION	2.20
DESBALANCE EN %	16.56
FACTOR DEMANDA EN PU	
WATTS DEMANDA	31842.1
CORRIENTE DEMANDA	92.85
CAIDA DE TENSION EN %	2.20

NOMBRE DE TABLERO	B		ALIMENTADOR				
NUMERO DE POLOS	30		CONDUCTOR FASE	2	THHW-LS A 75°C	33.6	mm²
MODELO DE TABLERO	BTN41M10030F		CONDUCTOR NEUTRO	2	THHW-LS A 75°C	33.6	mm²
INTERRUPTOR PRINCIPAL	3X63		CONDUCTOR PUESTA TIERRA	8	THHW-LS A 75°C ó DESN	8.37	mm²
VOLTAJE DE OPERACION	220	127	CONDUCTOR TIERRA AISLADA	NA	THHW-LS A 75°C	#N/D	mm²
FACTOR DE POTENCIA	0.9		NUMERO DE PARALELOS	1	Ze	0.68	
			TAMANO DE CANALIZACION	41	mm	1 ½	PULGADAS

NOMBRE DE TABLERO	F		ALIMENTADOR				
NUMERO DE POLOS	24		CONDUCTOR FASE	6	THHW-LS A 75°C	13.3	mm²
MODELO DE TABLERO	BTN41M04024F		CONDUCTOR NEUTRO	6	THHW-LS A 75°C	13.3	mm²
INTERRUPTOR PRINCIPAL	3X40		CONDUCTOR PUESTA TIERRA	8	THW-LS A 75°C 6 DESN	8.37	mm²
VOLTAJE DE OPERACION	220	127	CONDUCTOR TIERRA AISLADA	NA	THHW-LS A 75°C	#N/D	mm²
FACTOR DE POTENCIA	0.9		NUMERO DE PARALELOS	1	Ze	1.54	
			TAMAÑO DE CANALIZACION	35	mm	1 ¼	PULGADAS

CIRCUITO EN TABLERO	CIRCUITO EN PLANO	DESCRIPCION									WATTS TOTALES	WATTS			CORRIENTE AMPERES	VOLTAJE	INTERRUPTOR	CAPACIDAD INTERRUPTIVA KA	CALIBRE CONDUCTOR FASE AWG	CALIBRE CONDUCTOR NEUTRO AWG	CALIBRE CONDUCTOR PUESTA TIERRA AWG	CALIBRE CONDUCTOR TIERRA AISLADA AWG	Ze (R)	DISTANCIA M	CAIDA DE VOLTAJE E%
			L-1	L-3	L-9	L-12	L-2	BOMBA 2 HP	L-14	CONTACTO		A	B	C											
			18W	34.9W	38W	18W	34.5W	1492W	13W	180W															
			18	34.9	38	18	34.5	1492	13	180		A	B	C				KA	AWG	AWG	AWG	AWG		E%	
1	C	CANCELADO									0	0			0.00							#N/D		#VALORI	
2	C	CANCELADO									0	0			0.00	127	1X20	10		10		N/A	3.9	47	0.00
3	C	CANCELADO									0		0		0.00					10		#N/D		#VALORI	
4	C-4F	ILUMINACION PB	66								1188		1188		10.39	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	45	2.87
5	C-5F	ILUMINACION BODEGUITA Y ENTREGAS PB	17		3						420			420	3.67	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	25	0.56
6	C-2F	ILUMINACION PB	20								360			360	3.15	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	35	0.68
7	C-7F	CONTACTOS DE ENTREGAS PB								3	540	540			4.72	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	14	0.41
8	C-3F	ILUMINACION GENERAL PB	14	1							286.9	286.9			2.51	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	48	0.74
9													497.3333												
11	C-8F	DUPLEX						1			1492			497.3333	6.80	220	3X40	10	8	8	8	N/A	2.4	10	0.13
13												497.3333													
10	C-1F	ILUMINACION CTO. MAQUINAS.	3							1	234		234		2.05	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	8	0.10
12	C-9F	ILUMINACION Y CONTACTO MONTACARGAS	3							3	594			594	5.20	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	35	1.12
14	C-10F	ILUMINACION GENERAL PB	36								648	648			5.67	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	65	2.26
15	C	CANCELADO									0		0		0.00							#N/D		#VALORI	
16	C-12F	ILUMINACION GENERAL PN		3			23				898.2		898.2		7.86	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	35	1.69
17	C-14F	ILUMINACION GENERAL PN		2			25				932.3			932.3	8.16	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	41	2.05
18											0			0	0.00							#N/D		#VALORI	
19	C-13F	ILUMINACION COMEDOR, BAÑOS, PROBADORES Y CTO DE ASEO PN		1		12	2		7		410.9	410.9			3.59	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	30	0.66
20	C-11F	ILUMINACION GENERAL PB	30								540	540			4.72	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	55	1.60
21	C	CANCELADO									0		0		0.00	127						#N/D		#VALORI	
22	C	CANCELADO									0		0		0.00	127						#N/D		#VALORI	
23	C	CANCELADO									0		0		0.00	127						#N/D		#VALORI	
24	C	CANCELADO									0		0		0.00	127						#N/D		#VALORI	
			189	7	3	12	50	1	7	7		2923.13	2817.53	2803.63											
			3402	244.3	114	216	1725	1492	91	1260			8544.3												

WATTS TOTALES	8544.3
AMPERES	24.91
DISTANCIA EN M	70
CAIDA DE TENSION	2.11
DESBALANCE EN %	4.09
FACTOR DEMANDA EN PU	1
WATTS DEMANDA	8544.3
CORRIENTE DEMANDA	24.91
CAIDA DE TENSION EN %	2.11

GFI= INTERRUPTOR FALLA A TIERRA NA= NO APLICA
--

NOMBRE DE TABLERO	P		ALIMENTADOR				
NUMERO DE POLOS	12		CONDUCTOR FASE	8	THHW-LS A 75°C	8.37	mm²
MODELO DE TABLERO	BTN41M04012F		CONDUCTOR NEUTRO	8	THHW-LS A 75°C	8.37	mm²
INTERRUPTOR PRINCIPAL	3X40		CONDUCTOR PUESTA TIERRA	8	THHW-LS A 75°C 6 DESN	8.37	mm²
VOLTAJE DE OPERACION	220	127	CONDUCTOR TIERRA AISLADA	NA	THHW-LS A 75°C	#N/D	mm²
FACTOR DE POTENCIA	0.9		NUMERO DE PARALELOS	1	Ze	2.4	
			TAMAÑO DE CANALIZACION	27	mm	1	PULGADAS

CIRCUITO EN TABLERO	CIRCUITO EN PLANO	DESCRIPCION									WATTS TOTALES	WATTS			CORRIENTE AMPERES	VOLTAJE	INTERRUPTOR	CAPACIDAD INTERRUPTIVA KA	CALIBRE CONDUCTOR FASE AWG	CALIBRE CONDUCTOR NEUTRO AWG	CALIBRE CONDUCTOR PUESTA TIERRA AWG	CALIBRE CONDUCTOR TIERRA AISLADA AWG	Ze (R)	DISTANCIA M	CAIDA DE VOLTAJE E%
			L-12	L-3	BOMBA 1HP	L-1				CONTACTO		A	B	C											
			18W	34.9W	746W	18w				180W															
			18	34.9	746	18				180															
1	C-3P	BOMBA DE ACHIQUE			1						746	248.6667			4.20	220	3X20	10	10	10	10	N/A	3.6	8	0.10
3													248.6667												
5													248.6667												
2	C-2P	CAJERO 24 HRS		1		1					52.9	52.9			0.46	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	46	0.13
4	C	CANCELADO									0				4.20	220	3X20	10	10	10	10	N/A	3.6		0.00
6													0.00												
8													0.00												
7	C	CANCELADO									0				0.00	220						0		0.00	
9	C-1P	CONTACTO SERVISIO ANTENA								1	180		180		1.57	127	1X20GFI	10	10	10	10	N/A	3.9	45	0.44
11	C-4P	CERCA ELECTRICA								1	180			180	1.57	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	50	0.48
12	C	CANCELADO												0	0.00										
			0	1	1	1	0	0	0	2		301.57	428.67	428.67											
			0	34.9	746	18	0	0	0	360		1158.9													

WATTS TOTALES	1158.9
AMPERES	3.38
DISTANCIA EN M	70
CAIDA DE TENSION	0.45
DESBALANCE EN %	29.65
FACTOR DEMANDA EN PU	1
WATTS DEMANDA	1158.9
CORRIENTE DEMANDA	3.38
CAIDA DE TENSION EN %	0.45

GFI= INTERRUPTOR FALLA A TIERRA NA= NO APLICA
--

INSTALACION ELECTRICA CUADROS DE CARGA 4

La información contenida en este plano es confidencial y privada, para el uso exclusivo de Diseño Coppel. Queda prohibida cualquier distribución total o parcial sin su autorización.



CROQUIS DE LOCALIZACION



LEÓN, GUANAJUATO

ESPECIFICACIONES

COORDINADOR GERENTE DE PROYECTOS:

ARQ. MABEL TARAZÓN

GERENTE DE PROYECTOS:

ARQ. YARELY QUEVEDO

LIDER DE PROYECTOS:

ARQ. DANIELA LEAL

CORRE ELECTRONICO:

cesar.ramos@coppel.com

PROYECTO (ELECTRICO):

ING. CESAR RAMOS

CECULA:

10685600

RUBEN NUÑEZ ALARCON

FECHA:

SUPERFICIES

SUP. TERRENO	1568.30	(m²)
SUP. CONST. P.B.	#####	(m²)
SUP. CONST. P.N.	#####	(m²)
SUP. CONST. P.A.	#####	(m²)

CONSTRUCCION TOTAL 3050.49 (m²)

SUP. TECHUMBRE	#####	(m²)
SUP. LOSA DE SERVICIO	#####	(m²)
SUP. DE FACHADA PPAL	#####	(m²)
SUP. DE FACHADA L. IZQ.	#####	(m²)
SUP. DE FACHADA L. DER.	#####	(m²)
SUP. DE FACHADA POST.	#####	(m²)

SUP. DE FACHADA TOTAL ##### (m²)

SUP. VENTA P.B.	#####	(m²)
SUP. VENTA P.N.	#####	(m²)
SUP. VENTA TOTAL	#####	(m²)

SUP. DE BODEGUITA ##### (m²)

PROYECTO:

COPPEL OBELISCO

LEÓN, GUANAJUATO

NOMBRE DEL PLANO:

INSTALACION ELECTRICA
CUADROS DE CARGA 4

ESCALA:

CLAVE:

IECC4

NUM. DE TIENDA:

T-180

REMODELACION

NOMBRE DE TABLERO	U	ALIMENTADOR					ACCESORIOS EXTRAS				
NUMERO DE POLOS	12	CONDUCTOR FASE	4	THHW-LS A 75°C	21.2	mm²					
MODELO DE TABLERO	BTN31L12F	CONDUCTOR NEUTRO	4	THHW-LS A 75°C	21.2	mm²					
INTERRUPTOR PRINCIPAL	2X70	CONDUCTOR PUESTA TIERRA	8	THHW-LS A 75°C ó DESN	8.37	mm²					
VOLTAJE DE OPERACION	220	CONDUCTOR TIERRA AISLADA	NA	THHW-LS A 75°C	#N/D	mm²					
FACTOR DE POTENCIA	0.9	NUMERO DE PARELELOS	1	Ze	1.02						
		TAMAÑO DE CANALIZACION	35	mm	1 ¼	PULGADAS					

CIRCUITO EN TABLERO	CIRCUITO EN PLANO	DESCRIPCION										WATTS TOTALES	WATTS		CORRIENTE	VOLTAJE	INTERRUPTOR	CAPACIDAD INTERRUPTIVA	CALIBRE CONDUCTOR FASE	CALIBRE CONDUCTOR NEUTRO	CALIBRE CONDUCTOR PUESTA TIERRA	CALIBRE CONDUCTOR TIERRA AISLADA	Ze (R)	DISTANCIA	CAIDA DE VOLTAJE												
												A	B	AMPERES											M	E%											
1		INTERRUPTOR PRINCIPAL										0	0		0.00	220	2X100	10	2	2	8	N/A	0.66		0.00												
3												0	0		0.00	220	2X30	10	8	8	8	N/A	2.56	3	0.00												
2			SUPRESOR DE PICOS 100KA										0	0		0.00	220	2X30	10	8	8	8	N/A	2.56	3	0.00											
4													0																								
5		UPS 11 KW										1	7860	4860.00		39.70	220	2X60A	10	6	N/A	10	10	1.61	5	0.29											
7													3000.00																								
6			CANCELADO										0	0		0.00	220	2X20	10	10	N/A	10	N/A	3.9	21	0.00											
8	C												0	0		0.00	220	2X20	10	10	N/A	10	N/A	3.9	21	0.00											
9	C-1U	CONTACTO SITE											180	180		1.57	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	4	0.04											
11	C-2U	ILUMINACION SITE							4	1		72	72		0.63	127	1X20	10	10	10	10	N/A	3.9	4	0.02												
10	C-3U	AA. SITE									1	2200	1100		11.11	220	2X20	10	10	N/A	10	N/A	3.9	10	0.68												
12													6140.00	4172.00																							
							0	0	0	0	0	1	4		180	7860	10312																				
					0	0	0	0	0	2200	72		180	7860																							

WATTS TOTALES	10312
AMPERES	52.08
DISTANCIA EN M	45
CAIDA DE TENSION	2.17
DESBALANCE EN %	32.05
FACTOR DEMANDA EN PU	1
WATTS DEMANDA	10312
CORRIENTE DEMANDA	52.08
CAIDA DE TENSION EN %	2.17

GFI= INTERRUPTOR FALLA A TIERRA
NA= NO APLICA

NOMBRE DE TABLERO	R	ALIMENTADOR					ACCESORIOS EXTRAS				
NUMERO DE POLOS	30	CONDUCTOR FASE	6	THHW-LS A 75°C	13.3	mm²					
MODELO DE TABLERO	BTNE31L30E	CONDUCTOR NEUTRO	6	THHW-LS A 75°C	13.3	mm²					
INTERRUPTOR PRINCIPAL	2x50	CONDUCTOR PUESTA TIERRA	10	THHW-LS A 75°C ó DESN	5.26	mm²					
VOLTAJE DE OPERACION	220	CONDUCTOR TIERRA AISLADA	10	THHW-LS A 75°C	5.26	mm²					
FACTOR DE POTENCIA	0.9	NUMERO DE PARELELOS	1	Ze	1.61						
		TAMAÑO DE CANALIZACION	27	mm	1	PULGADAS					

CON: 1-BTN42G, 1-BFGT1

CIRCUITO EN TABLERO	CIRCUITO EN PLANO	DESCRIPCION							SALIDA 105 110	 CONTACTO 180W 180		WATTS TOTALES	WATTS		CORRIENTE AMPERES	VOLTAJE	INTERRUPTOR	CAPACIDAD INTERRUPTIVA KA	CALIBRE CONDUCTOR FASE AWG	CALIBRE CONDUCTOR NEUTRO AWG	CALIBRE CONDUCTOR PUESTA TIERRA AWG	CALIBRE CONDUCTOR TIERRA AISLADA AWG	Ze (R)	DISTANCIA M	CAIDA DE VOLTAJE E%
													A	B											
1	C-1R	SITE TIENDA								2		360	360		3.15	127	1X20AMP	10	10	10	10	10	3.9	2	0.04
2	C-2R	SITE BANCO								2		360	360		3.15	127	1X20AMP	10	10	10	10	10	3.9	3	0.06
3	C-3R	CONTACTO DE TOMBOLA								1		180		180	1.57	127	1X20AMP	10	10	10	10	10	3.9	5	0.05
4	C-4R	CONTACTO CAJERO AUTOMATICO								1		180		180	1.57	127	1X20AMP	10	10	10	10	10	3.9	6	0.06
5	C-5R	VENTANILLAS						6				660	660		5.77	127	1X20AMP	10	10	10	10	10	3.9	8	0.28
6	C-6R	SALIDA ACSMART						1				110	110		0.96	127	1X20AMP	10	10	10	10	10	3.9	18	0.11
7	C-7R	VS INCENDIO						1				110		110	0.96	127	1X20AMP	10	10	10	10	10	3.9	17	0.10
8	C-8R	CONTACTO CAJAS DE ABONO. Y PANTALLA						4				440		440	3.85	127	1X20AMP	10	10	10	10	10	3.9	20	0.47
9	C-9R	CONTACTO CAJAS DE ABONO						4				440	440		3.85	127	1X20AMP	10	10	10	10	10	3.9	22	0.52
10	C-10R	EJECUTIVO BANCARIO, BARRA WIFI Y TOMA TURNO						5	2			910	910		7.96	127	1X20AMP	10	10	10	10	10	3.9	35	1.71
11	C-11R	JOYERIA PN							1			180		180	1.57	127	1X20AMP	10	10	10	10	10	3.9	25	0.24
12	C-12R	CONTACTO CHECKOUT Y COPPEL SLIM PN							4			720		720	6.30	127	1X20AMP	10	10	10	10	10	3.9	50	1.93
13	C-13R	CONTACTO CHECKOUT Y COPPEL SLIM PN							3			540	540		4.72	127	1X20AMP	10	10	10	10	10	3.9	30	0.87
14	C-14R	CONTACTO IFC Y COPPEL SLIM PB							3			540	540		4.72	127	1X20AMP	10	10	10	10	10	3.9	35	1.02
15	C-15R	ARCO DE DETECCION ENTRADA PRINCIPAL						1				110		110	0.96	127	1X20AMP	10	10	10	10	10	3.9	34	0.20
16	C-16R	CONTACTO MURO DE PANTALLAS							2			360		360	3.15	127	1X20AMP	10	10	10	10	10	3.9	38	0.73
17	C-17R	CONTACTO OPTICA Y Y COPPEL COM PB							2			580	580		5.07	127	1X20AMP	10	10	10	10	10	3.9	30	0.93
18	C-18R	CONTACTO CHECKOUT PB							2			360	360		3.15	127	1X20AMP	10	10	10	10	10	3.9	35	0.88
19	C-19R	CONTACTO DE AREA DE ENTREGAS							3			540		540	4.72	127	1X20AMP	10	10	10	10	10	3.9	42	1.22
20	C-20R	CONTACTO DE PANTALLA							1			180		180	1.57	127	1X20AMP	10	10	10	10	10	3.9	40	0.39
21	C-21R	BARRA WIFI Y TOMA TURNO										0	0		0.00	127							#N/D		#¡VALOR!
22												0	0		0.00	127							#N/D		#¡VALOR!
23												0	0	0	0.00	127							#N/D		#¡VALOR!
24												0	0	0	0.00	127							#N/D		#¡VALOR!
25												0	0		0.00	127							#N/D		#¡VALOR!
26												0	0		0.00	127							#N/D		#¡VALOR!
27												0	0	0	0.00	127							#N/D		#¡VALOR!
29												0	0		0.00	127							#N/D		#¡VALOR!
28												0	0	0	0.00	127							#N/D		#¡VALOR!
30		INTERRIPTOR PRINCIPAL 2X50AMP										0	0	0	0.00	220	2x50AMP	10	6	6	10	10	1.61		#N/D
													4860.00	3000.00		0									
													7860												

WATTS TOTALES	7860
AMPERES	39.70
DISTANCIA EN M	5
CAIDA DE TENSION	0.29
DESBALANCE EN %	36.27
FACTOR DEMANDA EN PU	1
WATTS DEMANDA	7860
CORRIENTE DEMANDA	39.70
CAIDA DE TENSION EN %	0.29

GFI= INTERRUPTOR FALLA A TIERRA
NA= NO APLICA

INSTALACION ELECTRICA CUADROS DE CARGA 5

La información contenida en este plano es confidencial y privada, para el uso exclusivo de Diseño Coppel. Queda prohibida cualquier distribución total o parcial sin su autorización.



CROQUIS DE LOCALIZACION



LEÓN, GUANAJUATO

ESPECIFICACIONES

COORDINADOR GERENTE DE PROYECTOS:

ARQ. MABEL TARAZÓN

GERENTE DE PROYECTOS:

ARQ. YARELY QUEVEDO

LIDER DE PROYECTOS:

ARQ. DANIELA LEAL

CORRE ELECTRONICO:

cesar.ramos@coppel.com

PROYECTO (ELECTRICO):

ING. CESAR RAMOS

CEDULA:

1068500

RUBEN NUÑEZ ALARCON

FECHA:

SUPERFICIES

SUP. TERRENO	-----	1568.30	(m²)</
--------------	-------	---------	--------