



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Dimensionamiento de las instalaciones
eléctricas para un edificio de oficinas
considerando la norma mexicana**

TESIS

Que para obtener el título de

Ingeniero Eléctrico Electrónico

P R E S E N T A

Iván Contreras Ruiz

DIRECTOR DE TESIS

Dr. Néstor González Cabrera



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2025



**PROTESTA UNIVERSITARIA DE INTEGRIDAD Y
HONESTIDAD ACADÉMICA Y PROFESIONAL
(Titulación con trabajo escrito)**



De conformidad con lo dispuesto en los artículos 87, fracción V, del Estatuto General, 68, primer párrafo, del Reglamento General de Estudios Universitarios y 26, fracción I, y 35 del Reglamento General de Exámenes, me comprometo en todo tiempo a honrar a la institución y a cumplir con los principios establecidos en el Código de Ética de la Universidad Nacional Autónoma de México, especialmente con los de integridad y honestidad académica.

De acuerdo con lo anterior, manifiesto que el trabajo escrito titulado DIMENSIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS PARA UN EDIFICIO DE OFICINAS CONSIDERANDO LA NORMA MEXICANA, que presenté para obtener el título de INGENIERO ELÉCTRICO ELECTRÓNICO es original, de mi autoría y lo realicé con el rigor metodológico exigido por mi Entidad Académica, citando las fuentes de ideas, textos, imágenes, gráficos u otro tipo de obras empleadas para su desarrollo.

En consecuencia, acepto que la falta de cumplimiento de las disposiciones reglamentarias y normativas de la Universidad, en particular las ya referidas en el Código de Ética, llevará a la nulidad de los actos de carácter académico administrativo del proceso de titulación.

IVAN CONTRERAS RUIZ
Número de cuenta: 315286678

Índice general

1	Introducción.	6
1.1	Concepto.....	6
1.2	Función.....	6
1.3	Características.	7
1.4	Normativa y Especificación.	7
1.5	Criterios de cálculo.....	8
1.6	Planteamiento	11
1.7	Justificación.....	11
1.8	Objetivos Generales	12
1.9	Objetivos particulares.....	12
2	Acometida baja tensión	13
2.1	Consideraciones para las cargas de las oficinas.	13
2.1.1	Cálculo de carga estimada para una oficina.	16
2.2	Dimensionamiento de los transformadores	18
2.3	Dimensionamiento y ubicación de los concentradores de medidores.....	21
2.3.1	Distribución de módulos de la concentración de medidores por transformador.....	22
2.3.2	Normatividad Aplicable y Especificaciones Técnicas de los Concentradores de Medidores	24
2.4	Selección de conductores, cálculo de corriente y caída de tensión para acometida y concentración de medidores.	26
2.4.1	Selecciones de conductores de lado de baja de los transformadores hacia los concentradores de medidores:.....	26
2.4.2	Selección de conductores, cálculo de corriente y caída de tensión para la acometida de los tableros de oficinas.....	28
3	Acometida media tensión.	32
3.1	Transición área subterránea de media tensión.....	32
3.2	Equipos de media tensión.....	34

3.2.1	Transformador tipo pedestal con norma NMX-j-285 ANCE.....	34
3.2.2	Transformador tipo pedestal con especificación CFE K0000-07.	35
3.2.3	Seccionador trifásico tipo Pedestal de media tensión.	36
3.2.4	Caja derivadora 4 vías.	37
3.3	Cálculo de conductores de media tensión.	38
3.3.1	Selecciones de conductores de media tensión.	38
3.3.2	Verificación de Corto Circuito media tensión.	40
4	Fuerza áreas comunes.....	45
4.1	Selección del conductor, cálculo de la corriente y caída de tensión de circuitos derivados de alumbrado, contactos y motores.	45
4.1.1	Selección de conductores de alumbrado.	45
4.1.2	Contactos y salidas eléctricas para equipos especiales:	49
4.1.3	Cálculo de motores de áreas comunes.....	53
4.2	Equipos y consideraciones para las áreas comunes.	57
4.2.1	Transformador tipo pedestal norma NMX-J-285.....	57
4.2.2	Planta de Emergencia.	58
4.2.3	Transformador tipo seco.....	60
4.2.4	Regulador de voltaje.....	61
4.3	Distribución de tablero y coordinación de protecciones.	62
4.3.1	Tablero General 480/277V.....	63
4.3.2	Tablero Sub-general de Normal 220/127V.	64
4.3.3	Tablero Sub-general de Emergencia 480/227V.	65
4.3.4	Tablero Sub-general de Emergencia 220/127V.	67
4.4	Selección del conductor, cálculo de la corriente y caída de tensión para tablero principales y derivados.	68
4.4.1	Tableros principales.	68
4.4.2	Tableros derivados contactos alumbrado y aire acondicionado.	70
4.4.3	Tablero centro de control de motores.....	72
4.5	Coordinación de protecciones de los tableros de distribución normales y de emergencia.	

4.5.1	Selecciones de interruptores termomagnético-principales.....	75
4.5.2	Interruptores termo magnéticos principales y derivados.....	77
5	Estudio de cortocircuito	80
5.1	Estudio para transformadores en conexión de anillo.	81
6	Conclusiones	85
7	Referencias.....	86
8	Anexos Tablas de resultados.....	87
8.1	Tabla de cálculos de carga estimada por nivel del edificio.....	87
8.2	Tabla Dimensionamiento de los Transformadores.....	90
8.3	Tabla distribución de concertador de mediadores y acometidas.....	91
9	Anexo cuadro de cargas areas comunes.....	94
9.1	Cuadro de Cargas “General”.....	94
9.2	Cuadro de Cargas “General de Emergencias”.....	95
9.3	Cuadro de Cargas “General de Emergencia”.....	96
9.4	Cuadro de Cargas “Sub General Normal”.....	97
9.5	Cuadro de Cargas “ELEVADORES”.....	98
9.6	Cuadro de Cargas “PLANTA BAJA”.....	99
9.7	Cuadro de Cargas “CENTRO DE CONTROL DE MOTORES”.....	100
9.8	Cuadro de Cargas “EQUIPOS ESPECIALES”.....	101
9.9	Cuadro de Cargas “TABLERO DERIVADO CC”.....	102
9.10	Cuadro de Cargas “TABLERO DERIVADO BC”.....	103
9.1	Cuadro de Cargas “TABLERO DERIVADO AC”.....	104
9.1	Cuadro de Cargas “CARGAS REGULADAS”.....	105
10	Diagramas Unifilares baja tensión:	106
10.1	Transformador principal de áreas comunes	106
10.2	Diagrama unifilar y cuadro de cargas del tablero de “Distribución General”	107
10.3	2.Tablero sub-general para equipos normales, cargadores para automóviles eléctricos y reloj astronómico servicios 220/127V.....	108
10.4	3.Tablero Sub-General de emergencias para equipos especiales, elevadores e hidrosanitarios 480/220V.	109

10.5 Tablero Sub-General de emergencias para equipos regulados y centro de control de motores y bombas de recirculación de aire.	110
---	-----

Índice de Figuras.

Figura 2.1 Área de oficina Tipo 1 nivel 12	14
Figura 2.2 Distribución de transformadores.....	21
Figura 2.3 Concentrador de medidores.	22
Figura 2.4 Distribución de concentrador de medidores.	23
Figura 2.5 Distribución de concentrador de medidores.	24
Figura 2.6 CFE CMBT406 concentración modular de servicios con carga total hasta 30 KW en baja tensión.....	25
Figura 3.1 Transición área subterránea de media tensión.	35
Figura 3.2 Transformador tipo pedestal.	35
Figura 3.3 Seccionador trifásico tipo pedestal de la especificación DCCSSUBT.	37
Figura 3.4 Caja derivadora tipo pedestal de 600/200 A de la norma DCCSSUBT.	38
Tabla 3.5 Áreas mínimas según el corto circuito	42
Figura 3.6 : Diagrama unifilar de los transformadores en conexión de anillo.	44
Figura 3.7 Diagrama unifilar de los transformadores en conexión Radia.....	44
Figura 4.1 Transformador de instrumento de corriente tipo “Dona” y su conexión.	57
Figura 4.2 Base transoket de 13 terminales.....	58
Figura 4.3 Planta de emergencia de Diesel.	59
Figura 4.4 Tablero de transferencia para planta de emergencia.....	60
Figura 4.5 Transformador tipo seco de 480/220V	61
Figura 4.6 Regulador de voltaje trifásico	62
Figura 5.1 Valores de corto circuito subestación ORIENTE XXI.	81
Figura 5.2 Configuración de parámetros de la acometida en ETAP.	82
Figura 5.3 Valores del TR-1 tipo seco de 500KVA. Figura 5.4 Valores típicos de impedancia de TR-1.	82
Figura 5.5 Esquemático de la simulación en ETAP.....	83
Figura 5.6 Corrida de corto circuito en ETAP.	83
Figura 5.7 Corriente de corto circuitos de los transformadores.	84

Índice Tablas

Tabla 2.1 Factores de potencia por metro cuadrado para las Oficinas y locales.....	15
--	----

Tabla 2.2: Carga total del edificio.	17
Tabla 2.3 Capacidad de los transformadores y ubicación de estos.	19
Tabla 2.4 Especificaciones de los transformadores.	20
Tabla 2.5 Cédulas de conductores de Transformadores a CCM.	28
Tabla 3.1 Calibres de conductores de media tensión.	43
Tabla 4.1 Luminarias en nivel 7.....	47
Tabla 4.2 Tipos de contactos y salidas especiales.....	50
Tabla 4.3 Equipos hidromecánicos.	54
Tabla 4.4 Equipos de recirculadores de aire de estacionamiento.....	72

1 INTRODUCCIÓN.

1.1 Concepto.

El presente trabajo tiene como objetivo analizar y dimensionar la instalación eléctrica de un edificio de oficinas, abarcando los sistemas de media y baja tensión. Se estudiarán los criterios de diseño, selección de equipos eléctricos, cálculo de conductores y protecciones necesarias para garantizar una instalación segura, eficiente y conforme a la normatividad vigente.

El análisis se enfocará en la distribución eléctrica del edificio, considerando la alimentación desde la red de media tensión hasta los tableros de distribución en baja tensión. Se evaluarán los transformadores, sistemas de protección, acometidas, canalizaciones y demás elementos esenciales para un funcionamiento óptimo.

Asimismo, se abordará el diseño eléctrico de las áreas comunes del edificio, como estacionamientos, pasillos, estancias, áreas administrativas, cubo de escaleras y elevadores, asegurando un suministro adecuado y eficiente para cada espacio.

A lo largo del desarrollo de esta tesis, se presentarán los fundamentos teóricos, cálculos eléctricos y consideraciones técnicas necesarias para la correcta implementación del sistema eléctrico en el edificio de oficinas.

1.2 Función.

El presente proyecto tiene como función principal diseñar, calcular y dimensionar la instalación eléctrica en un edificio de oficinas de múltiples niveles, asegurando un suministro confiable, eficiente y normativamente adecuado.

Se considerará la distribución de energía en **media y baja tensión**, abordando la planificación de acometidas, transformadores, tableros de distribución, sistemas de protección, alumbrado, contactos y equipamiento en áreas comunes.

Además, se incluirán análisis técnicos como la selección óptima de conductores eléctricos, cálculos de caída de tensión, eficiencia energética, protección contra cortocircuitos y unifilares eléctricos, entre otros.

1.3 Características.

El diseño de la instalación eléctrica debe cumplir con diversas normativas técnicas, así como con criterios de seguridad, eficiencia y funcionalidad.

Las principales características del proyecto incluyen:

- **Media tensión:**
 - Acometida desde la red de distribución de CFE.
 - Transformadores tipo pedestal.
 - Configuración de red en anillo o radial.
 - Protección y seccionadores.
 - Coordinación de protecciones con la red de CFE.
- **Baja tensión:**
 - Tableros de distribución y concentraciones de medidores.
 - Circuitos de alumbrado, contactos y fuerza.
 - Distribución de carga en oficinas y áreas comunes.
 - Cálculo de conductores y caída de tensión.
 - Protección con interruptores termomagnéticos y diferenciales.
- **Sistemas de protección y seguridad:**
 - Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
 - Selección de canalizaciones y métodos de instalación adecuados.

1.4 Normativa y Especificación.

- **NOM-001-SEDE-2012:** Requisitos para instalaciones eléctricas en México.
- **Especificación de la Comisión Federal de Electricidad (CFE):**
 - K0000-07 (Transformadores tipo pedestal).
 - DCMMT500 (Redes subterráneas de media tensión).
 - DCCSSUBT (Sistemas de distribución subterráneos).

- **Especificación internacional IEEE 399 (Brown Book):** Guía para análisis y diseño de sistemas eléctricos comerciales.

1.5 Criterios de cálculo.

La memoria técnica de cálculo tiene como objetivo presentar los criterios de diseño y selección del alimentador derivado y sus protecciones en baja tensión. El dimensionamiento de los conductores para circuitos derivados se realiza considerando:

- Capacidad de conducción de corriente.

Los conductores deben tener una capacidad de conducción no menor a la correspondiente a la carga que alimentan.

- Caída de tensión.

La caída de tensión total desde el medio de desconexión principal hasta cualquier salida (alumbrado, fuerza, calefacción, etc.) no debe exceder el 5%. Esta caída debe distribuirse de forma razonable entre el alimentador y el circuito derivado, procurando que en ninguno de ellos exceda el 3%.

Selección de conductores.

- Se calculan los amperes mediante la Ley de Ohm, obteniendo la corriente nominal (I_n).
- Se aplican los factores de corrección:
 - Agrupamiento
 - Temperatura ambiente
 - Demanda
- Luego de aplicar estos factores, se obtiene la **corriente corregida ($I_n \text{ corr}$)**.

Caída de tensión.

La caída de tensión se calcula tomando en cuenta las características eléctricas del conductor (resistencia y reactancia) y longitud en (km), así como el factor de potencia del circuito:

a) Circuito monofásico:

$$\%e = 2 * L(km) * \frac{\left(\frac{I_n}{NPC}\right) * (R * \cos(\phi) + X * \sin(\phi))}{V} * 100\% \quad (1)$$

b) Circuito trifásico:

$$\%e = \sqrt{3} * L(km) * \frac{\left(\frac{I_n}{NPC}\right) * (R * \cos(\phi) + X * \sin(\phi))}{V} * 100\% \quad (2)$$

Formula simplificada de caída considerando la longitud del conductor en metros (m).

c) Circuito monofásico:

$$\%e = 2 * L(m) * \frac{\left(\frac{I_n}{NPC}\right) * (R * \cos(\phi) + X * \sin(\phi))}{10 * V} \% \quad (3)$$

d) Circuito trifásico:

$$\%e = \sqrt{3} * L(m) * \frac{\left(\frac{I_n}{NPC}\right) * (R * \cos(\phi) + X * \sin(\phi))}{10 * V} \% \quad (4)$$

L: Longitud del conductor en metros (m).

I_n : Corriente nominal en amperes (A).

NPC: Número de conductores en paralelo.

R: Resistencia del conductor en (Ω /km).

X: Reactancia del conductor en (Ω /km).

$\cos(\phi)$: Factor de potencia.

$\sin(\phi)$: Componente reactiva del factor de potencia

V: Tensión del sistema (V)

e%: Caída de tensión en porcentaje (%)

Cálculo de corriente.

a) Circuitos monofásicos (conociendo los watts):

$$I = \frac{W_{(1f)}}{V_{(L-N)} * F.P} \quad (5)$$

W: Potencia en Watt.

$V_{(1f)}$: Tensión de línea a -neutro

F.P: Factor de potencia

I: Corriente en amperes

b) Circuitos monofásicos (conociendo los Watt):

$$I = \frac{W_{(3f)}}{\sqrt{3} * V_{(L-L)} * F.P} \quad (6)$$

$W_{(3f)}$: Potencia en watt.

$V_{(L-L)}$: Tensión de línea -línea

F.P: Factor de potencia

I: Corriente en amperes.

c) Corriente nominal para centro de control de motores:

$$I_{nom} = ((I_{motor\ max} * 1.25) + I_{motor\ ...} + I_{motor(n)}) \quad (7)$$

I_{nom} : Corriente nominal en amperes.

I_{motor} : Corriente del motor

$I_{motor\ max}$: Corriente más grande del centro de control de motores

1.6 Planteamiento

Algunos de los problemas que se deben resolver incluyen:

- **Distribución eficiente de cargas** para evitar sobrecargas y pérdidas de energía.
- **Selección adecuada de transformadores y conductores** para optimizar el rendimiento del sistema.
- **Diseño seguro de la acometida eléctrica**, considerando media y baja tensión.
- **Implementación de protecciones eléctricas** para evitar fallas y garantizar la seguridad de los ocupantes.
- **Cumplimiento de normativas vigentes**, asegurando la viabilidad legal y técnica del proyecto.

El análisis detallado de estos factores permitirá una instalación eficiente y funcional, reduciendo riesgos y costos operativos a largo plazo.

1.7 Justificación

El desarrollo de una instalación eléctrica eficiente, segura y normativamente adecuada en un **edificio de oficinas** es un aspecto **fundamental para garantizar su correcto funcionamiento**. La creciente demanda de energía, el uso de tecnología avanzada en los espacios de trabajo y las regulaciones estrictas en materia de seguridad y eficiencia energética hacen que la correcta planificación de la infraestructura eléctrica sea una prioridad en el diseño de edificaciones modernas.

Este estudio se justifica desde distintos enfoques: **seguridad eléctrica, eficiencia energética, cumplimiento normativo, reducción de costos y sostenibilidad**. A continuación, se detallan estos aspectos clave:

1.8 Objetivos Generales

Diseñar y dimensionar la instalación eléctrica en un edificio de oficinas considerando el cumplimiento normativo, la eficiencia energética y la seguridad, mediante el análisis de cargas, selección de equipos eléctricos y aplicación de criterios técnicos adecuados.

1.9 Objetivos particulares

- **Dimensionar las acometidas de baja y media tensión**, considerando la distribución de cargas y los equipos de transformación necesarios.
- **Seleccionar y calcular los conductores eléctricos** asegurando que cumplan con los requerimientos de corriente y caída de tensión permitida.
- **Determinar la capacidad y ubicación de los transformadores tipo pedestal**, considerando las normativas de CFE y la distribución de carga en el edificio.
- **Diseñar el sistema de alumbrado y contactos en áreas comunes**, incluyendo estacionamientos, pasillos, estancias, cubo de escaleras y oficinas administrativas.
- **Realizar el análisis de cortocircuito y la coordinación de protecciones para garantizar la seguridad y la correcta operación del sistema eléctrico.**
- **Optimizar la infraestructura eléctrica** considerando aspectos de eficiencia energética y costos operativos a largo plazo

2 ACOMETIDA BAJA TENSIÓN

Dentro de los alcances establecidos para esta tesis, se considera que las instalaciones eléctricas interiores de cada oficina o local comercial serán responsabilidad de los arrendatarios o propietarios correspondientes. Por lo tanto, en el presente trabajo únicamente se desarrollará el diseño y dimensionamiento de las instalaciones eléctricas generales del edificio, es decir, aquellas que alimentan las áreas comunes como pasillos, vestíbulos, estancias, estacionamientos, cubo de escaleras, elevadores y demás espacios compartidos que no forman parte de los locales individuales. Así mismo, se incluirá el diseño de las acometidas eléctricas para cada oficina o local, las cuales servirán como punto de conexión entre la infraestructura general del edificio y las futuras instalaciones particulares que cada usuario implemente conforme a sus necesidades específicas y normativas aplicables.

Por lo anterior, los cálculos para la selección y dimensionamiento de equipos, como transformadores, concentradores de medidores, así como el dimensionamiento de los conductores para los alimentadores, entre otros elementos, se realizaron mediante estimaciones de cargas. Estas estimaciones se basaron en las disposiciones de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 vigente, considerando la naturaleza y el uso previsto de los espacios.

De esta manera, se aseguró que la infraestructura eléctrica principal fuera adecuada para soportar la futura demanda, brindando la flexibilidad necesaria para que cada usuario pueda desarrollar sus instalaciones específicas conforme a sus necesidades particulares, siempre respetando las capacidades máximas proyectadas.

2.1 Consideraciones para las cargas de las oficinas.

Dentro del alcance de esta tesis se llevará a cabo una estimación de la carga instalada, expresada en watts (W), correspondiente a las oficinas y locales comerciales considerados dentro del edificio. Esta estimación también contemplará posibles futuras ampliaciones, con el objetivo de dimensionar adecuadamente los equipos eléctricos, canalizaciones y demás elementos de la instalación eléctrica. Lo anterior permitirá prever los requerimientos eléctricos desde la etapa de construcción, asegurando que se disponga del espacio físico suficiente para albergar la infraestructura necesaria, tanto en el presente como en escenarios de crecimiento a largo plazo.

Para el desarrollo de esta estimación, se utilizará como parámetro principal la superficie en metros cuadrados (m^2) de cada una de las oficinas y locales como podemos ver en la **Figura 2.1**. A partir de esta información, se determinará la densidad de carga mediante una relación de potencia por unidad de superficie (W/m^2), en concordancia con las recomendaciones de la NOM-001-SEDE-2012 vigente y otras referencias aplicables. Este enfoque permitirá obtener una estimación

representativa de la demanda eléctrica, facilitando el diseño de una instalación segura, eficiente y escalable.

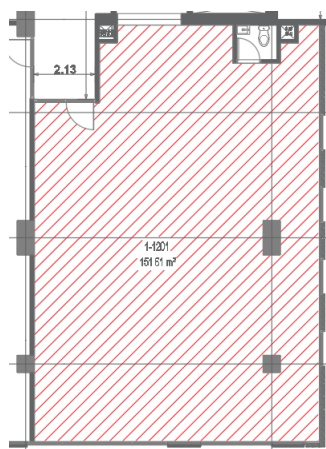


Figura 2.1 Área de oficina Tipo 1 nivel 12

A partir del área total de cada una de las oficinas o locales, es posible realizar la estimación de la carga total y de la carga demandada correspondiente a cada espacio. Para este propósito, se utiliza como referencia la Tabla 220-3 de la NOM-001-SEDE-2012, en la cual se establecen los factores de carga mínimos para el cálculo de alumbrado general, expresados en **watts por metro cuadrado (W/m^2)** y en la Tabla 2.1 tendremos los valores de los espacios considerados dentro de la tesis.

Esta tabla proporciona valores estándar que permiten, en función del tipo de ocupación del inmueble, determinar la potencia requerida para alumbrado. En el caso de oficinas y locales, se consideran cargas típicas que aseguran un nivel de iluminación adecuado para las actividades que se realizarán, tomando en cuenta la eficiencia energética y las condiciones de confort visual.

El alumbrado general incluye todas las luminarias destinadas a proporcionar iluminación básica para el tránsito seguro y el desempeño normal de las actividades dentro del inmueble. Además, se consideran también aspectos como:

- **Alumbrado de emergencia**, necesario para situaciones de evacuación.
- **Alumbrado de áreas comunes**, como pasillos, vestíbulos y sanitarios.
- **Alumbrado de tareas específicas**, en caso de ser requerido en zonas de trabajo particular.

De esta forma, el diseño de las instalaciones eléctricas no solo contempla el cumplimiento de las disposiciones normativas, sino también la garantía de condiciones óptimas de funcionalidad, seguridad y confort para los usuarios. Asimismo, una correcta estimación de la carga de alumbrado contribuye a una mejor selección de alimentadores, protecciones eléctricas y equipos asociados, promoviendo una operación eficiente y confiable de todo el sistema.

Tabla 2.1 Factores de potencia por metro cuadrado para las Oficinas y locales.

Tipo	Factor kW/m^2
Oficinas	0.045
Local	0.050

Para el cálculo del consumo total de los equipos de aire acondicionado que se instalarán en cada una de las oficinas, se realizará una estimación basada en el área en metros cuadrados de cada espacio. Esta metodología permite obtener valores aproximados de la carga térmica requerida para el acondicionamiento de aire, considerando el uso típico de oficinas.

La selección y dimensionamiento de los equipos de aire acondicionado se fundamentarán en una relación estándar de carga térmica por área ocupada. En este caso, se considerará una capacidad aproximada de 1 tonelada de refrigeración por cada 15 metros cuadrados, que sería el caso más crítico basándonos en proyectos similares basados en un estudio de cargas térmicas

Posteriormente, para la estimación del consumo eléctrico de estos equipos, se tomará como referencia lo indicado en la sección 220-23 de la NOM-001-SEDE-2012, donde se establece que la potencia nominal para los sistemas de aire acondicionado puede considerarse en 1.20 kW por tonelada de refrigeración instalada.

De esta forma, una vez definida la cantidad de toneladas requeridas para cada oficina, se podrá calcular la potencia total en kilo Watts (kW) destinada a los sistemas de climatización, la cual será incorporada en los cuadros de carga y en el dimensionamiento de los alimentadores y protecciones eléctricas correspondientes.

Esta estrategia de estimación proporciona una base sólida para el diseño preliminar de la infraestructura eléctrica, permitiendo a su vez que los usuarios finales puedan ajustar o especificar sus requerimientos particulares de climatización en etapas posteriores del proyecto, sin comprometer la capacidad instalada ni la seguridad de la instalación.

Con base en el consumo estimado de alumbrado y aire acondicionado, se realizará el cálculo de las cargas totales y de las cargas demandadas correspondientes a cada oficina o locales y el cual dicho calculo se desarrolla en el **Sub Capítulo 3.1.1.** de tal manera que los cálculos se verán reflejados en la **Tabla 9.1 del Anexo** del presente proyecto, la cual fue elaborada tomando como referencia las características de ocupación, uso de los espacios y los criterios técnicos aplicables.

La **Tabla 9.1 del anexo** contempla factores de demanda específicos para alumbrado, fuerza y sistemas especiales, ajustados a las condiciones previstas de ocupación y operación. La correcta aplicación de estos valores permitirá reflejar de manera realista el comportamiento esperado de las cargas eléctricas, garantizando así un diseño eficiente, seguro y económico.

El uso de esta metodología facilita la adecuada selección de transformadores, conductores, tableros, protecciones y demás componentes eléctricos, asegurando que el sistema pueda satisfacer las necesidades actuales y futuras del edificio, cumpliendo en todo momento con los principios de confiabilidad y continuidad de servicio.

2.1.1 Cálculo de carga estimada para una oficina.

En la **Figura 2.1** podemos observar una oficina con 59.20 m^2 en el cual por medio del estudio de cargas térmicas de la oficina y las toneladas calculadas de HVAC fue de 4 ton.

$$kW_{clima} = \text{ton} * fac_{kw/ton} \quad (8)$$

$$kW_{clima} = 4(\text{ton}) * 1.2kW/ton = 4.80 \text{ kW}$$

Para realizar la estimación para el consumo de iluminación también se considera el área total de la oficina como podemos ver en la **Figura 2.1** y como es una oficina se considera los factores de la Tabla 1 para lo cual tenemos:

$$kW_{iluminacion} = m^2 * fac_{kw/m^2} \quad (9)$$

$$kW_{iluminacion} = 59.20 \text{ m}^2 * 0.045 \text{ kW/m}^2 = 2.664 \text{ kW}$$

La potencia total tenemos:

$$kW_{total} = kW_{clima} + kW_{iluminacion} \quad (10)$$

$$kW_{total} = 4.80 \text{ kW} + 2.664 \text{ kW} = 7.464 \text{ kW}$$

Y se considera el 100% de demanda:

$$kW_{demanda} = 7.464 \text{ kW}$$

Se realiza el redondeo y tenemos los kW a contratar a CFE:

$$kW_{CFE} = 8 \text{ kW}$$

Corriente nominal:

$$I_{nom\ demandada} = \frac{kW}{\sqrt{3} * V * F.P} = \frac{7.464kW}{\sqrt{3} * 220V * 0.9} = 21.7643A$$

Potencia aparente:

$$kVA_{demandada} = \sqrt{3} * V * I * F.P = \sqrt{3} * 220V * 21.7643 = 8.2933\ kVA$$

Con base en los cálculos realizados, se elaboró una memoria de cálculo eléctrica, cuyos resultados se presenta en la **Tabla 9.1 del Anexo**. En este análisis se consideró el área de cada una de las oficinas y/o locales, agrupándolos y organizándolos por niveles o pisos, permitiendo una distribución ordenada y precisa de las cargas eléctricas.

La estimación de cargas se detalla en las tablas del anexo denominado “Cargas Estimadas”, en las cuales se refleja la carga asignada a cada unidad, considerando los servicios de alumbrado, aire acondicionado y otros posibles consumos. En la Tabla 2.2 se observa la carga total del edificio y, para el dimensionamiento de los transformadores, se considera el 100% de la demanda, tomando como referencia el escenario más crítico. De esta manera, se busca un sobredimensionamiento preventivo de los equipos, considerando que el cuarto eléctrico y los concentradores de medidores estarán ubicados en planta baja, donde el espacio es limitado. Por ello, resulta necesario prever el tamaño de los equipos, el calibre de los conductores y demás requerimientos bajo condiciones críticas, con el fin de evitar problemas de espacio y operación en el futuro.

A partir de este proceso, se obtiene la carga total del edificio, la cual servirá como base para el dimensionamiento de los equipos principales de la instalación eléctrica, tales como transformadores, tableros generales, interruptores principales y alimentadores de media o baja tensión. De igual forma, esta carga total permitirá validar que la infraestructura proyectada cumple con los requisitos de demanda, continuidad y seguridad establecidos por la normativa aplicable y los criterios de diseño del proyecto.

Tabla 2.2: Carga total del edificio.

Consumo KW Climas	KW iluminación contactos	KW Totales Instalados	KW Demanda 100%	KW carga a contratar CFE	KVA Demanda
612	364	976	976	997.50	1083.16

2.2 Dimensionamiento de los transformadores

En el proceso de dimensionamiento de los transformadores, se realizó un balance de cargas con el objetivo de distribuir de manera adecuada las cargas instaladas entre los diferentes transformadores proyectados. Este balance permitió asignar las cargas de forma equilibrada, considerando tanto la capacidad máxima de cada transformador como la continuidad y seguridad del servicio eléctrico.

La selección de las capacidades de los transformadores se llevó a cabo con base en los requerimientos de carga previamente estimados, siguiendo los lineamientos establecidos en las normas aplicables, particularmente la NOM-001-SEDE-2012, así como otras referencias técnicas pertinentes. De esta manera, se aseguraron márgenes de seguridad adecuados, considerando factores como el crecimiento futuro de la demanda, las condiciones de operación continua, los factores de demanda aplicables, y buscando siempre la eficiencia energética del sistema.

Así mismo, se verificó que los transformadores operaran dentro de un rango de carga recomendado, evitando tanto la sobrecarga como el sobredimensionamiento, lo cual contribuye a optimizar su desempeño, prolongar su vida útil y minimizar las pérdidas eléctricas en la operación normal del edificio.

El cálculo de cargas arrojó una carga total instalada de 997.50 kW. Considerando un factor de potencia típico de 0.9, se obtuvo una potencia aparente de 1,083.16 kVA. Con base en este valor, se diseñó una estrategia de distribución en cinco transformadores:

- **TR-1 a TR-3:** destinados a alimentar las oficinas.
- **TR-4:** destinado al suministro de locales comerciales.
- **TR-5:** encargado de abastecer las áreas comunes de edificio.

Para la selección de las capacidades de los transformadores, se consideraron los valores comerciales establecidos en las normas CFE K0000-04 y NMX-J-285-ANCE, seleccionándose transformadores con capacidades de 500 kVA, 300 kVA y 225 kVA, según las necesidades de carga y su distribución. La información detallada de los transformadores seleccionados puede consultarse en la **Tabla 9.2 del anexo** y en la **Tabla 9.3 del anexo**, donde además se especifica qué concentrador de medidores alimentará cada sección del proyecto.

Cabe señalar que los transformadores seleccionados serán del tipo pedestal, cuyas características y capacidades están especificadas en la **Tabla 9.2 del anexo**. De acuerdo con lo establecido en la especificación CFE DDCU00-04, para los transformadores tipo pedestal se establece que la carga máxima de operación no debe superar el 85% de su capacidad nominal a plena carga, lo cual fue

estrictamente considerado en el diseño, asegurando un margen operativo adecuado que permite una operación eficiente y la posibilidad de expansión futura.

Tabla 2.3 Capacidad de los transformadores y ubicación de estos.

Transformador	Capacidad (kVA)	Descripción	Carga Instalada (kVA)	Carga a contratar (kVA)
TR-1	500	Concentración de medidores 1	390.71	401.11
TR-2	225	Concentración de medidores 2	176.74	183.33
TR-3	500	Concentración de medidores 3	371.59	380.00
TR-4	225	Concentración de medidores 4	147.00	146.67
TR-5	300	Áreas comunes	311.77	249.57

En consecuencia, los transformadores seleccionados deberán cumplir con la especificación CFE K0000-07, la cual establece los lineamientos técnicos y de seguridad para transformadores tipo pedestal utilizados en sistemas de distribución subterránea. Esta normativa garantiza que los equipos operen conforme a los estándares de calidad, confiabilidad y seguridad de la CFE, asegurando su correcta instalación y funcionamiento dentro de la infraestructura eléctrica del proyecto.

Adicionalmente, los transformadores estarán sujetos a esquemas tarifarios determinados por su nivel de demanda de energía eléctrica. Inicialmente se consideraba que algunos equipos podrían estar bajo la tarifa PDBT (Pequeña Demanda en Baja Tensión), aplicable a servicios con una demanda contratada menor o igual a 25 kiloWatts (kW). Esta tarifa está destinada a usuarios de baja tensión que requieren energía para usos comerciales, administrativos o de servicios generales.

Sin embargo, dado que la carga conectada y demandada por los transformadores supera los 25 kW, la tarifa aplicable será la GDBT (Gran Demanda en Baja Tensión). Esta tarifa está dirigida a usuarios cuyo servicio se proporciona en baja tensión y cuya demanda máxima registrada o contratada es superior a 25 kiloWatts. Bajo este esquema, los usuarios son facturados tanto por su demanda máxima (kW) como por su energía consumida (kWh), promoviendo un uso más eficiente de la energía eléctrica.

La distribución de cargas será de la siguiente manera:

- **TR-1 al TR-4:** destinados a alimentar exclusivamente las oficinas y locales comerciales.
- **TR-5:** destinado a abastecer las áreas comunes del edificio.

Es importante señalar que, a diferencia de los transformadores que son cedidos a la CFE (cuando forman parte de infraestructura pública de distribución), estos transformadores permanecerán como

propiedad privada, siendo responsabilidad de la administración del condominio o proyecto su mantenimiento, operación y gestión.

Por lo tanto, el diseño, instalación y operación de estos equipos deberán cumplir, además, con los requisitos establecidos en la norma NMX-J-285-ANCE, la cual especifica las condiciones técnicas y de seguridad aplicables a transformadores tipo pedestal utilizados en sistemas de distribución subterránea particulares.

Finalmente, toda la información relativa a las características técnicas, condiciones de operación, esquemas tarifarios aplicables y requisitos normativos para los transformadores será detallada en el **Capítulo 4 “Acometida media tensión”**, donde se establecerán los parámetros de cumplimiento normativo y los criterios de diseño que rigen la tesis.

Tabla 2.4 Especificaciones de los transformadores.

Transformador	Capacidad (KVA)	Tipo de Tarifa	Tipo de Norma y/o especificación
TR-1	500	PDBT	K0000-07
TR-2	225	PDBT	K0000-07
TR-3	500	PDBT	K0000-07
TR-4	225	GDBT	K0000-07
TR-5	300	GDBT	NMX-J-285-ANCE

Como se muestra en la Tabla 2.4, se presentan las características de los transformadores. Los equipos designados como TR-1 y TR-2 serán transformadores cedidos a la CFE, por lo que deberán cumplir con la especificación “K0000-07”, mientras que el TR-5 será de carácter privado y estará bajo la administración del edificio, razón por la cual deberá cumplir con la norma “NMX-J-285-ANCE”.

Por otra parte, en la Figura 2.2 se aprecia la distribución de los transformadores tipo pedestal, los cuales fueron ubicados conforme al espacio asignado en el cuarto eléctrico. Adicionalmente, se dejaron dos espacios disponibles para la instalación de transformadores en un futuro, previendo así posibles ampliaciones de la demanda eléctrica del inmueble. Esta previsión garantiza una mayor flexibilidad en la operación y evita la necesidad de realizar modificaciones significativas en la infraestructura eléctrica existente.

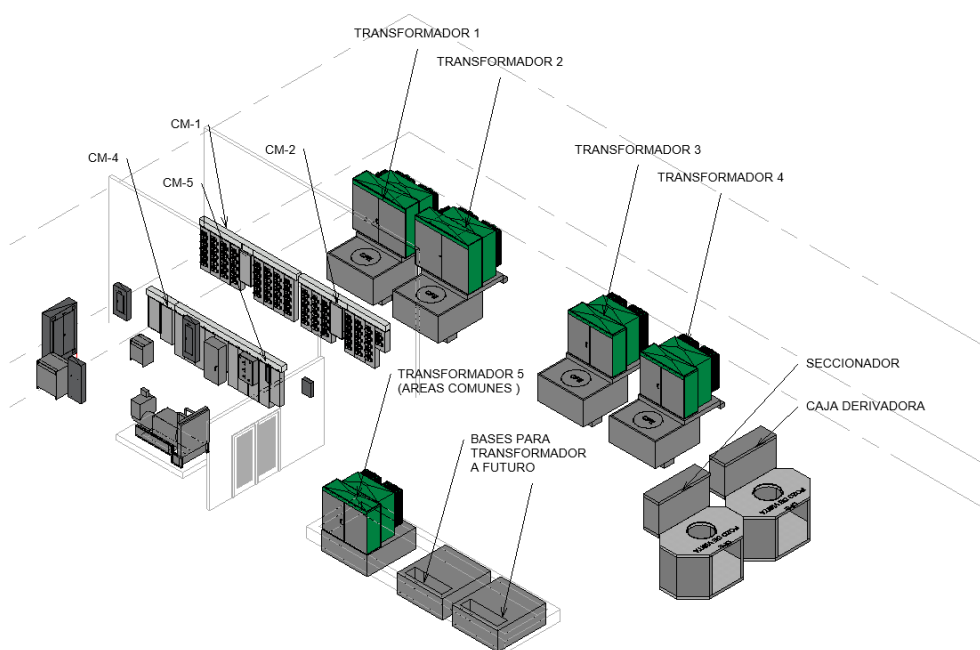


Figura 2.2 Distribución de transformadores.

2.3 Dimensionamiento y ubicación de los concentradores de medidores.

El dimensionamiento de medidores eléctricos es un proceso fundamental en el diseño de instalaciones eléctricas para edificaciones con múltiples usuarios, como oficinas o locales. Consiste en determinar el tipo, número y capacidad adecuada de medidores que se deben instalar, en función del consumo estimado de energía eléctrica de cada unidad. Para ello, se consideran diversos factores técnicos, tales como la demanda máxima esperada, el tipo de carga (monofásica o trifásica), la clasificación del servicio según el uso del espacio (comercial, administrativo, consultorios, etc.), así como la tarifa eléctrica aplicable conforme a la normativa vigente.

Otro aspecto clave en este proceso es el balanceo de cargas entre fases, lo cual permite una distribución eficiente y segura de la energía eléctrica, evitando sobrecargas en los transformadores y asegurando una operación continua y confiable del sistema. El objetivo principal del dimensionamiento es garantizar una medición precisa del consumo energético, permitir una facturación individual justa y asegurar el correcto funcionamiento y eficiencia del sistema eléctrico.

En instalaciones con múltiples unidades, se recomienda asignar un medidor independiente a cada una, ya que esto no solo facilita el control y monitoreo del consumo por parte de los usuarios, sino que también optimiza la administración del servicio eléctrico por parte del proveedor de energía.

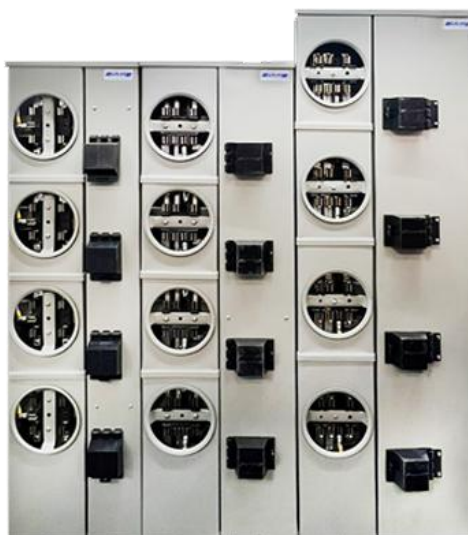


Figura 2.3 Concentrador de medidores.

2.3.1 Distribución de módulos de la concentración de medidores por transformador.

Para el dimensionamiento de los concentradores de medidores se realizó a partir del balance de cargas por transformador, como se muestra en la **Tabla 9.2 del anexo**. Este análisis permitió distribuir de manera equitativa la carga total entre las fases disponibles, mejorando la eficiencia operativa del sistema eléctrico. A partir de este análisis, se definió la necesidad de instalar un medidor por cada oficina o local, considerando su respectiva asignación tarifaria, conforme a los criterios técnicos y normativos expuestos en el **Subcapítulo 3.1**. Así, se asegura una facturación adecuada y transparente para cada usuario individual.

La distribución de los concentradores de medidores y los valores de acometida se detallan en las tablas de anexo tituladas "**Alimentadores**", lo que permite observar claramente la relación entre la cantidad de unidades y la infraestructura requerida. La **Tabla 2.1** presenta el número de módulos necesarios por concentrador, asignados conforme al número de unidades independientes. Esta información es esencial para dimensionar adecuadamente el espacio dentro del cuarto eléctrico, asegurando un acomodo ordenado, seguro y de fácil acceso.

Las **Figuras 2.4 y 2.5**. Ilustran la disposición espacial propuesta para los concentradores en el cuarto eléctrico, asegurando la correcta separación entre equipos, el cumplimiento de las distancias mínimas de seguridad y la facilidad de maniobra para operación y mantenimiento con la distribución de los módulos de medidores como podemos ver en la **Tabla 2.1**.

Tabla 2:1 distribución de módulos para los CCM- Transformador.

Transformador	Descripción	Módulos
TR-1	Concentración de medidores 1	44
TR-2	Concentración de medidores 2	32
TR-3	Concentración de medidores 3	44
TR-4	Concentración de medidores 4	4
TR-5	Áreas comunes	1

El dimensionamiento de medidores eléctricos consiste en determinar el tipo y la capacidad adecuada de medidor que se debe instalar para cada carga o usuario, en función del consumo estimado de energía eléctrica. Este proceso considera factores como la demanda máxima, el tipo de carga (monofásica o trifásica), la tarifa aplicable según el uso del espacio (comercial, oficinas, consultorios, etc.) y el balanceo de fases en los transformadores. El objetivo principal es garantizar una medición precisa del consumo, una facturación justa y una operación segura del sistema eléctrico. Para instalaciones con múltiples usuarios, como edificios de oficinas, se recomienda asignar un medidor individual por unidad, facilitando así la gestión y el control del consumo eléctrico.

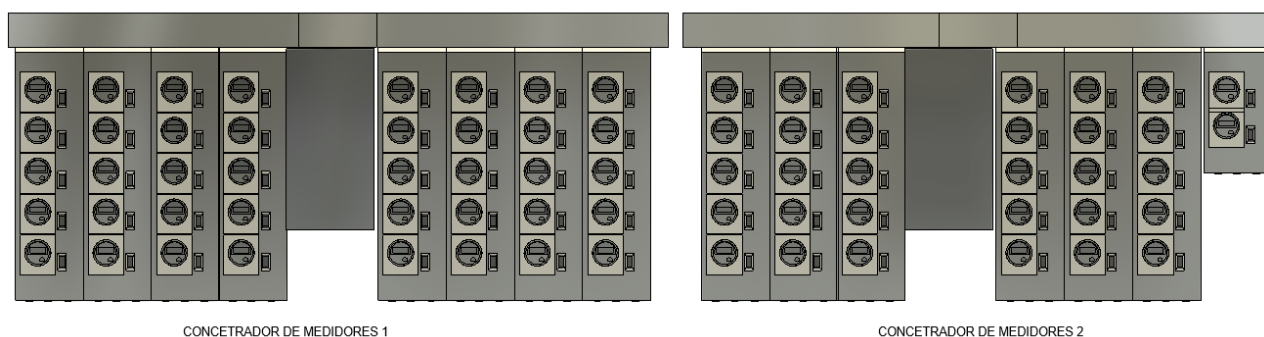


Figura 2.4 Distribución de concentrador de medidores.

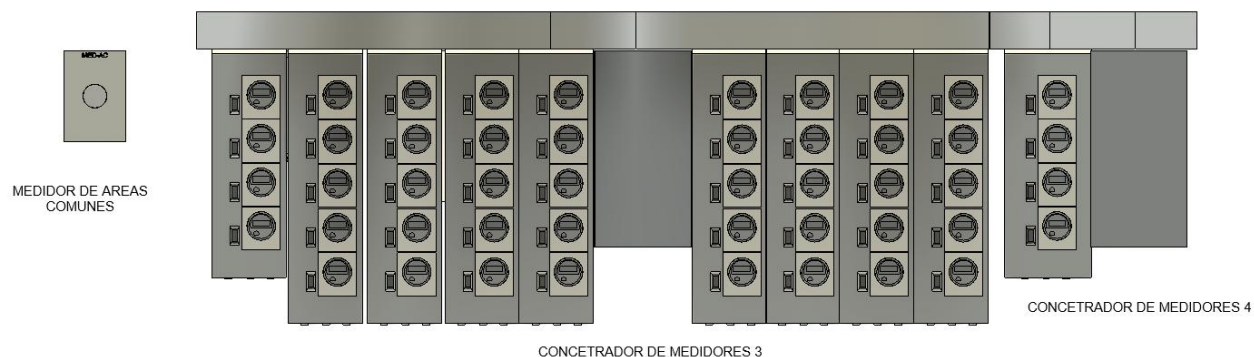


Figura 2.5 Distribución de concentrador de medidores.

2.3.2 Normatividad Aplicable y Especificaciones Técnicas de los Concentradores de Medidores

Para el diseño y construcción de los concentradores de medidores del presente proyecto, se adopta como referencia principal la especificación CFE DCMBT400: Medición para Acometidas en Concentraciones.

Esta especificación técnica, emitida por la CFE, establece los requisitos normativos que deben cumplir las instalaciones de medición múltiple en baja tensión, específicamente cuando se concentran varios medidores en un solo tablero o gabinete.

La especificación CFE DCMBT400 regula los siguientes aspectos principales:

➤ **Diseño de los concentradores:**

Los gabinetes o tableros de medición deben ser modulares, permitiendo la agrupación de medidores individuales bajo un solo sistema estructural. Deben diseñarse para alojar tanto los medidores como sus protecciones respectivas (interruptores termomagnéticos o fusibles).

➤ **Materiales de fabricación:**

Los gabinetes deben construirse en materiales de alta resistencia mecánica y anticorrosivos, como acero galvanizado o aluminio, y contar con recubrimientos de pintura horneada para uso en exteriores o interiores, asegurando protección contra la intemperie (cuando sea requerido).

➤ **Accesibilidad y operación:**

Los concentradores deben tener puertas de acceso para lectura, mantenimiento y operación de los medidores, provistas de cerraduras de seguridad y dispositivos de sellado aprobados por la CFE para impedir manipulaciones indebidas.

- **Organización y balance de cargas:** La norma exige que las acometidas y derivaciones internas estén organizadas de manera que se garantice el correcto balanceo de cargas entre fases, especialmente en sistemas trifásicos, promoviendo una operación eficiente y estable.
- **Protección eléctrica:** Cada ramal hacia un usuario debe contar con su propio dispositivo de protección (interruptor termomagnético o fusible), correctamente dimensionado conforme a la carga del servicio, para proteger tanto al usuario como al sistema eléctrico general.
- **Conexiones eléctricas:** Las conexiones deben realizarse respetando los calibres de conductores según la carga conectada, utilizando terminales y accesorios certificados para asegurar la continuidad eléctrica, la protección mecánica y la minimización de pérdidas de energía.
- **Identificación de servicios:** Todos los medidores deben estar correctamente identificados, indicando el número de local, consultorio u oficina que alimentan, para facilitar la facturación y el mantenimiento.
- **Espacios mínimos y acomodo:** Se especifican dimensiones mínimas para cada módulo de medición, permitiendo ventilación adecuada y facilitando el acceso para inspecciones o sustituciones.
- **Puesta a tierra:** Todo el concentrador debe contar con un sistema de puesta a tierra confiable, común a todos los medidores, que garantice la seguridad del personal y de las instalaciones.

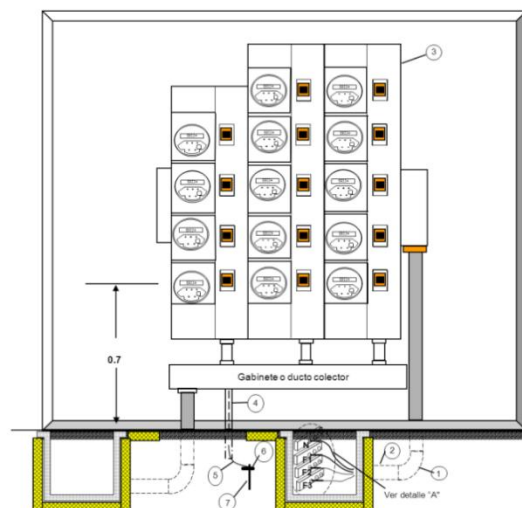


Figura 2.6 CFE CMBT406 concentración modular de servicios con carga total hasta 30 KW en baja tensión.

2.4 Selección de conductores, cálculo de corriente y caída de tensión para acometida y concentración de medidores.

2.4.1 Selecciones de conductores de lado de baja de los transformadores hacia los concentradores de medidores:

Una vez calculada los datos de consumo de cada uno de las oficinas o locales podemos obtener la carga total que se consumirá cada uno de los concentradores de medidores por lo cual tomaremos el CM-1 y el lado de baja del TR-1.

Potencia instalada:

$$kW_{instalada} = 341kW$$

Potencia aparente:

$$kVA_{instalada} = \frac{kW}{f.p.} = \frac{341 kW}{0.9} = 378.88kVA$$

Corriente nominal:

$$I_{nom} = \frac{kW}{\sqrt{3} * V * f.p.} = \frac{343kW}{\sqrt{3} * 220V * 0.9} = 994.3254A$$

Se considera un factor de demanda 1.

$$I_{dem} = I_{nom} * F.D = 994.325A * 1 = 994.325A$$

A partir de la corriente nominal podemos observar que para el nivel de corriente que tenemos el calibre del conductor se incrementa de manera considerable lo cual pensando al momento del manejo de su instalación como en el radio de curvatura de este por lo cual se decidió que se instale 4 conductores por fase, entonces en base a la Tabla 310-15(b)(16), Se selecciono el conductor de 500 KCMIL THHW, por lo cual de la columna de aluminio a 90°C tenemos una corriente.

$$I_{c1} = 430A$$

Para 4 conductores:

$$I_{c4} = (430A) * 4 = 1720A$$

Realizamos las correcciones por factor de temperatura, con la ubicación en el norte de México tenemos que la temperatura promedio es de 40° con lo cual a partir de la Tabla 310-15(b)(2) (a) en la columna de 75°C.

$$ft = 0.82$$

Realizamos las correcciones por factor de agrupamiento con lo cual a partir de la Tabla 310-15(b)(3) (a) para un sistema trifásico a 4 hilos tenemos.

$$fag = 0.8$$

Calculamos la corriente de conductor:

$$I_{con} = I_c * ft * fag$$

$$I_{con} = 1720A * 0.82 * 0.8 = 1128.32A$$

$$I_{con} \gg I_{dem}$$

Se realizará el cálculo por caída de tensión tomando en cuenta la distancia del concentrador de medidores 1 a la oficina del nivel 12 del edificio.

$$distancia = 9m$$

Para los parámetros de resistencia y reactancia para conductores 500 KCMIL de aluminio tenemos que:

$$X = 0.128 (\Omega/km), R = 0.105 (\Omega/km)$$

$$\%e = \sqrt{3} * 9m * \frac{\left(\frac{994.3254A}{4}\right) * (0.105 * \cos(25.841^\circ) + 0.128 * \sin(25.481^\circ))}{10x220V}$$

$$\%e = 0.2634$$

Calculamos la corriente de protección para los termo magnético:

$$I_{pro} = I_{dem} * 1.25 = 1000.2 * 1.25 = 1250.5A$$

En base en el artículo 240-122 de la NOM-001-SEDE-2012 el cual nos indica los valores de corriente de protección para los termomagnético por los cual seleccionamos un ITM de 1250A.

$$I_{pro} = 1250A$$

Se seleccionará el conductor de puesta a tierra a partir de la Tabla 250-66 tenemos un conductor del calibre 1/0 AWG

Selección la canalización que para el caso será de PVC pesado se realizará el cálculo del diámetro exterior de los conductores:

Diámetro Exterior cal 500 KCMIL: $23.48 \text{ mm} + 5\% = 24.654 \text{ mm}$, Área = $477.3804 \text{ mm}^2 \times 4 = 1909.5219 \text{ mm}^2$

Diámetro Exterior cal 1/0 AWG: $9.47 \text{ mm} + 5\% = 9.9435 \text{ mm}$, Área = 77.61 mm^2

Área total de los conductores: 1987.119 mm^2

Tendremos la canalización:

$$\Phi = 103 \text{ mm}, 4''$$

De tal manera se realizará el mismo análisis como podemos ver en la **Tabla 2.5**, en cual podemos observar la cedulas de la canalización que va de los concentradores de medidores hacia el lado de baja de los transformadores.

Tabla 2.5 Cédulas de conductores de Transformadores a CCM.

CÉDULA	DESCRIPCIÓN DE CÉDULA	VIENE DE	CONECTA A
CF-CM01	12C-#500 XHHW Al (F); 4C-#500 XHHW Al (N); 4C-#4/0 CuD (TF); 4TC-103mm.	TR-1	CM-1
CF-CM02	9C-#4/0 XHHW Al (F); 4C-#4/0 XHHW Al (N); 4C-#1/0 CuD (TF); 3TC-78mm.	TR-2	CM-2
CF-CM03	12C-#500 XHHW Al (F); 4C-#500 XHHW Al (N); 4C-#4/0 CuD (TF); 4TC-103mm.	TR-3	CM-3
CF-CM04	9C-#4/0 XHHW Al (F); 4C-#4/0 XHHW Al (N); 4C-#1/0 CuD (TF); 3TC-78mm.	TR-4	CM-4

2.4.2 Selección de conductores, cálculo de corriente y caída de tensión para la acometida de los tableros de oficinas.

Potencia instalada:

$$kW_{instalada} = 8 \text{ kW}$$

Potencia aparente:

$$kVA_{instalada} = \frac{kW}{f.p.} = \frac{8 \text{ kW}}{0.9} = 8.88 \text{ kVA}$$

Corriente nominal:

$$I_{nom} = \frac{kW}{\sqrt{3} * V * f.p.} = \frac{8 \text{ kW}}{\sqrt{3} * 220 \text{ V} * 0.9} = 23.32 \text{ A}$$

Se considera un factor de demanda 1.

$$I_{dem} = I_{nom} * F.D = 23.327A * 1 = 23.327A$$

En base a la corriente nominal seleccionamos el conductor a partir de la Tabla 310-15(b)(16), selecciono el conductor de 2 AWG XHHW, por lo cual de la columna de aluminio a 75°C tenemos una corriente.

$$I_c = 90A$$

Realizamos las correcciones por factor de temperatura, con la ubicación en el norte de México tenemos que la temperatura promedio es de 40° con lo cual a partir de la Tabla 310-15(b)(2) (a) en la columna de 75°C.

$$ft = 0.82$$

Realizamos las correcciones por factor de agrupamiento con lo cual a partir de la Tabla 310-15(b)(3) (a) para un sistema trifásico a 4 hilos tenemos.

$$fag = 0.8$$

Calculamos la corriente de conductor:

$$I_{con} = I_c * ft * fag$$

$$I_{con} = 90A * 0.82 * 0.8 = 59.04A$$

$$I_{con} \gg I_{dem}$$

Se realizará el cálculo por caída de tensión tomando en cuenta la distancia del concentrador de medidores 1 a la oficina del nivel 12 del edificio.

$$distancia = 61m$$

Para los parámetros de resistencia y reactancia para conductores 2 AWG de aluminio tenemos que:

$$X = 0.148, R = 0.98$$

$$\%e = \sqrt{3} * 61m * \frac{\left(\frac{23.32A}{1}\right) * (0.98 * \cos(25.841^\circ) + 0.148 * \sin(25.481^\circ))}{10 \times 220V}$$

$$\%e = 2.031$$

Calculamos la corriente de protección para los termo magnético:

$$I_{pro} = I_{dem} * 1.25 = 23.32 * 1.25 = 29.16A$$

En base a el articulo 240-6 de la NOM-001-SEDE-2012 el cual nos indica los valores de corriente de protección para los termomagnético por los cual seleccionamos un ITM de 32A.

$$I_{pro} = 32A$$

Se seleccionará el conductor de puesta a tierra a partir de la Tabla 250-66 tenemos un conductor del calibre 10AWG

Selección la canalización que para el caso será de PVC pesado se realizará el cálculo del diámetro exterior de los conductores:

Diámetro Exterior cal 1/0AWG: $10.22 \text{ mm} + 5\% = 10.731 \text{ mm}$, Área = $90.44 \text{ mm}^2 \times 4 = 361.76 \text{ mm}^2$

Diámetro Exterior cal 10 AWG: $5.9 \text{ mm} + 5\% = 6.195 \text{ mm}$, Área = 30.1420 mm^2

Área total de los conductores: 633.64 mm^2

Seleccionamos una canalización:

$$\Phi = 53 \text{ mm}, 2''$$

En base a la metodología de selección de conductores se realizará una tabla de canalización, conductores y dimensionamiento de protecciones para cada uno de los tableros de las oficinas y/o locales del edificio como podemos ver en la **Tabla 9.3 del Anexo** de la tesis.

El método de cálculo se fundamenta en los siguientes principios:

➤ **Determinación de la corriente de carga:**

Para cada tablero, se calculó la corriente nominal considerando la carga conectada y un factor de demanda aplicable, según la naturaleza del uso (oficinas, locales o áreas comunes).

➤ **Selección del calibre del conductor:**

Basándose en la corriente obtenida y las tablas de capacidad de conducción de corriente (ampacidad) especificadas en la NOM-001-SEDE-2012, se seleccionó el calibre adecuado de conductor, considerando condiciones de instalación como:

- ❖ Tipo de aislamiento (THW-LS, XHHW-2, etc.).
- ❖ Temperatura ambiente promedio.
- ❖ Número de conductores en el mismo ducto o canalización (aplicación de factores de corrección).

➤ **Protección contra sobre corriente:**

Cada acometida está asociada a un dispositivo de protección (interruptor termomagnético) dimensionado en función de la corriente del conductor, garantizando la coordinación entre el calibre del conductor y el interruptor de protección.

➤ **Caída de tensión:**

Se verificó que la caída de tensión no excediera los valores máximos permitidos (3% para acometidas principales, 5% máximo general considerando acometida + alimentadores), de acuerdo con buenas prácticas de ingeniería y conforme a la NOM-001-SEDE-2012.

La **Tabla de Conductores de Acometida** presentada en el Anexo 9.3 resume esta información, indicando para cada tablero:

- La carga conectada (kW y kVA).
- La corriente estimada (A).
- El calibre del conductor (AWG o kcmil).
- El tipo de aislamiento del conductor.
- El número de conductores por fase y por neutro.
- El tamaño de la tubería o ducto requerido.

3 ACOMETIDA MEDIA TENSIÓN.

La acometida en media tensión constituye el punto de enlace entre la red de distribución de la compañía suministradora y la instalación eléctrica del edificio. Su correcta planeación y diseño resultan fundamentales, ya que de ella depende el suministro confiable de energía, la adecuada operación de los equipos eléctricos y el cumplimiento de los lineamientos técnicos y normativos establecidos.

En este capítulo se desarrollará el diseño de la acometida a un nivel de tensión de 13.8 kV, considerando como criterios principales la seguridad, continuidad del servicio, eficiencia energética y posibilidad de crecimiento futuro. Para ello, se definirán los parámetros básicos de la instalación, tales como la selección de la configuración del sistema, los equipos de protección, seccionamiento y medición, así como la coordinación con los transformadores de distribución y demás componentes del sistema eléctrico.

El diseño se llevará a cabo tomando como referencia las normativas aplicables (NOM-001-SEDE-2020, especificaciones CFE, NMX/ANCE, IEEE, ANSI y NFPA 70), asegurando que la acometida cumpla con las disposiciones vigentes en materia de seguridad y confiabilidad. Asimismo, se incluirán consideraciones técnicas para garantizar la operación segura durante condiciones normales y de falla, facilitando las labores de operación y mantenimiento.

De esta manera, la acometida en media tensión no solo será el medio de conexión con la red eléctrica externa, sino también un elemento estratégico que permitirá la correcta integración y funcionamiento del sistema eléctrico del edificio en su conjunto.

3.1 Transición área subterránea de media tensión.

En el caso del proyecto, la red de distribución de 13.8 kV existente es del tipo aérea, instalada sobre postes. Debido a las necesidades del diseño y normativas aplicables, será necesario realizar una transición de red aérea a subterránea, para lo cual se tomará como base la especificación CFE DCMMT500. Esta norma establece los lineamientos técnicos para la correcta implementación de redes subterráneas de media tensión, incluyendo las especificaciones de los equipos de protección y medición necesarios para llevar a cabo la transición de manera segura, confiable y eficiente.

Para ello, será fundamental la instalación de un poste de transición, que servirá como punto de conexión entre la red aérea y la subterránea. En este poste, se deberán colocar los equipos de protección adecuados, tales como cortacircuitos fusibles o desconectores automáticos, que permitirán la operación segura del sistema, protegiéndolo contra sobre corriente, fallas eléctricas y eventos transitorios. También será necesario instalar apartarrayos, los cuales desempeñan un papel fundamental al desviar a tierra las sobretensiones ocasionadas por descargas atmosféricas o maniobras en la red, protegiendo así los equipos y la infraestructura eléctrica.

Asimismo, se incluirán equipos de medición, como los transformadores de instrumento de corriente (TC's) y de potencial (TP's), en cumplimiento con lo establecido en la norma. Estos equipos facilitarán el monitoreo preciso de la energía suministrada, permitiendo un control adecuado del sistema eléctrico y asegurando la correcta operación de las protecciones.

La infraestructura subterránea deberá diseñarse considerando las condiciones del terreno, la demanda del sistema y la normativa vigente. Se implementarán ductos adecuados para el alojamiento de los cables de 13.8 kV con aislamiento XLPE, asegurando su correcta instalación para evitar daños mecánicos y garantizar su durabilidad a lo largo del tiempo. Además, será fundamental integrar un sistema de puesta a tierra que proporcione seguridad eléctrica a la instalación y cumpla con los valores de resistencia permitidos por la norma, evitando riesgos de descargas y asegurando el correcto desempeño de los equipos.

Para la transición entre el sistema aéreo y subterráneo, se plantea un sistema de distribución con una capacidad de 600 A. En la sección aérea, proporcionada por CFE, se utilizará un conductor de **13.8 kV, trifásico (3F), tres hilos (3H), calibre 3/0 AWG ACSR**.

En la parte subterránea, conforme a especificación **CFE DCCSSUBT**, sección B, para un sistema de distribución de 600 A, se empleará un **conductor 500 KCMIL XLP de cobre**.

Para garantizar una transición eficiente entre ambos sistemas, se deberá considerar el uso de una mufla de transición adecuada y una caja de empalme compatible con las especificaciones de CFE. Asimismo, será necesario evaluar la coordinación de protecciones y la compatibilidad de los conectores para evitar pérdidas o fallas en la conexión.

Además, se recomienda realizar un estudio térmico y de cortocircuito para verificar la capacidad del conductor subterráneo y su desempeño bajo condiciones de carga máxima.

Durante el proceso de instalación, se deberán realizar pruebas eléctricas para verificar la integridad y funcionalidad de los equipos de protección y medición, así como de los cables y conexiones. Estas pruebas incluirán mediciones de aislamiento, continuidad y resistencia de puesta a tierra, con el objetivo de garantizar que la transición entre la red aérea y subterránea se lleve a cabo sin inconvenientes y con un desempeño óptimo.

La correcta aplicación de la especificación CFE DCMMT500 asegurará que la transición cumpla con los requisitos de seguridad, operatividad y confiabilidad, permitiendo una integración eficiente entre ambas redes y garantizando un suministro eléctrico estable y seguro

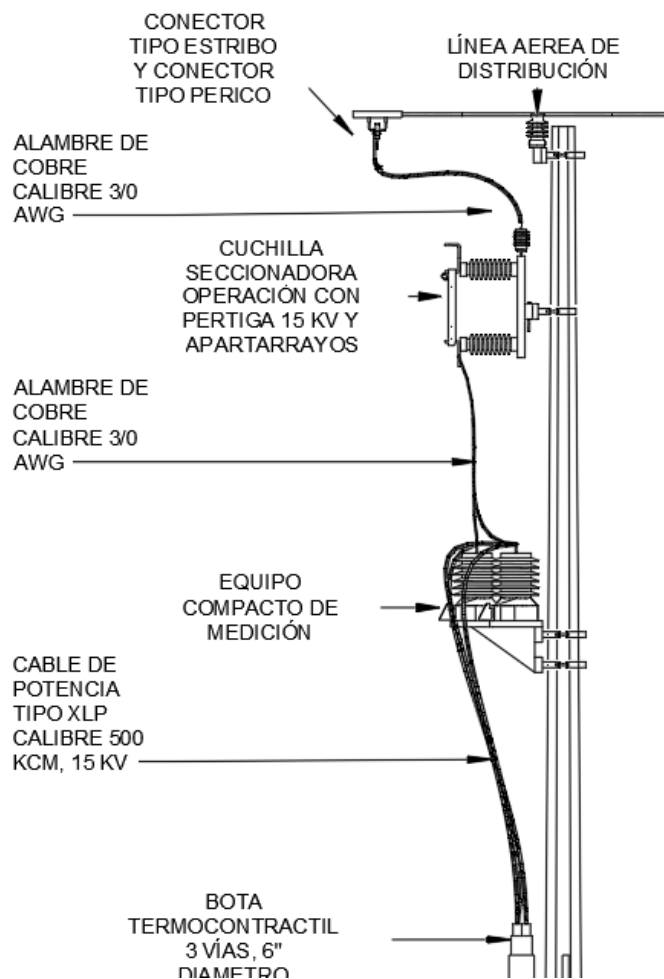


Figura 3.1 . Transición área subterránea de media tensión.

3.2 Equipos de media tensión.

3.2.1 Transformador tipo pedestal con norma NMX-j-285 ANCE.

Especificaciones del Transformador:

- Tipo: Pedestal, seco o en aceite
- Potencia: 30 kVA a 2500 kVA (según requerimiento)
- Tensión primaria: 13.2 kV, 23 kV o 34.5 kV (según disponibilidad de la red)
- Tensión secundaria: 220/127 V
- Conexión de devanados: Delta - Estrella (Δ -Y)
- Frecuencia: 60 Hz

- Nivel de aislamiento: BIL 95 kV o según especificación

Configuración y Protección en Media Tensión:

- Interruptor de operación en carga en el lado de media tensión.
- Fusibles de expulsión tipo bayoneta en el interior del transformador.
- Pararrayos de óxido de zinc para protección contra sobretensiones.
- Sistema de puesta a tierra en el lado de media tensión y neutro del secundario.

Protección en Baja Tensión:

- Interruptores termomagnéticos o fusibles adecuados a la capacidad del transformador.
- Barras de distribución en el gabinete de baja tensión.
- Conexión del neutro a tierra conforme a la NOM-001-SEDE-2012.

Ubicación e Instalación:

- Montaje sobre base de concreto con ventilación adecuada.
- Separación mínima de 3 metros respecto a edificaciones según normativas de seguridad.
- Cumplimiento con requisitos de accesibilidad y mantenimiento.

Como podemos ver en la norma K nos obliga que más de un transformador tipo pedestal este la interconexión en anillo como podemos ver el en el diagrama unifilar 10.1 la cuál esta interconexión en anillo para sistemas de distribución de los transformadores está conectados a una red cerrada, permitiendo la alimentación desde dos puntos distintos. Esto mejora la confiabilidad y continuidad del servicio, ya que si una fuente falla la otra puede seguir suministrando energía

3.2.2 Transformador tipo pedestal con especificación CFE K0000-07.



Figura 3.2 Transformador tipo pedestal.

- Se seleccionarán con capacidades entre 75 kVA y 500 kVA.
- La conexión de devanados será estrella-estrella (Y-Y) como nos indica la especificación.
- La tensión en baja será 220/127 V.

Configuración de la Red de Media Tensión:

- La interconexión se realizará en anillo, asegurando redundancia y confiabilidad.
- La alimentación provendrá de una red en media tensión de CFE, con una tensión nominal de 13.2 kV, 23 kV o 34.5 kV, según el sistema local.
- Se incluirán cuchillas fusibles tipo bayoneta en cada transformador para protección en media tensión.

Protecciones y Equipamiento Adicional:

- Cada transformador contará con un seccionador en carga para permitir maniobras seguras.
- Se incorporarán pararrayos de óxido de zinc en el lado de media tensión para protección contra sobretensiones.
- En el lado de baja tensión, se incluirán interruptores termomagnéticos adecuados a la capacidad del transformador.

Puesta a Tierra:

- Se implementará un sistema de puesta a tierra independiente para cada transformador, cumpliendo con los lineamientos de CFE.
- Se garantizará la correcta continuidad del neutro en la red de baja tensión.

3.2.3 Seccionador trifásico tipo Pedestal de media tensión.

Los seccionadores tipo VM000-51 son dispositivos de maniobra diseñados para la apertura y cierre de circuitos eléctricos en redes de media tensión, proporcionando un aislamiento visible y seguro para trabajos de mantenimiento o reconfiguración del sistema. Su instalación es fundamental en la red de 13.8 kV, ya que permite la desconexión de líneas o equipos sin afectar el suministro en otras zonas.

En el caso del proyecto, se requiere la implementación de seccionadores VM000-51 en puntos estratégicos para garantizar la operabilidad y seguridad del sistema eléctrico. Estos dispositivos deben cumplir con la especificación CFE L0000-51, que especifica sus características eléctricas, mecánicas y de instalación.

Los seccionadores serán instalados en estructuras adecuadas, asegurando su correcta operación bajo condiciones normales y de contingencia. Su integración en la red permitirá realizar maniobras seguras en caso de mantenimiento, reparación o redistribución de carga, reduciendo tiempos de interrupción y mejorando la confiabilidad del sistema.



Figura 3.3 Seccionador trifásico tipo pedestal de la especificación DCCSSUBT.

3.2.4 Caja derivadora 4 vías.

La caja derivadora es un componente esencial en la infraestructura eléctrica de media tensión, diseñada para facilitar la conexión, distribución y derivación de circuitos en sistemas subterráneos de 13.8 kV. Su función principal es alojar y proteger las conexiones eléctricas, permitiendo la interconexión de cables de potencia de manera segura y ordenada.

En el caso del proyecto, la instalación de cajas derivadoras se realizará conforme a la especificación CFE aplicable como podemos ver en la **Figura 3.4**, garantizando que cumplan con los requisitos de capacidad, aislamiento y resistencia mecánica. Estas cajas deben ser de un material dieléctrico y resistente a la intemperie, con un diseño hermético que evite la entrada de humedad o contaminantes, lo que asegura la protección de los empalmes y conexiones dentro del sistema.

Su correcta ubicación dentro de la red subterránea permitirá la redistribución eficiente de la energía eléctrica, facilitando maniobras de mantenimiento y futuras expansiones sin comprometer la continuidad del servicio. Además, será fundamental contar con un adecuado sistema de puesta a tierra, que garantice la seguridad del personal y de los equipos eléctricos.

La aplicación de la normativa correspondiente asegurará que la instalación de las cajas derivadoras cumpla con los estándares técnicos requeridos, optimizando la operación del sistema eléctrico y mejorando la confiabilidad de la red de distribución.

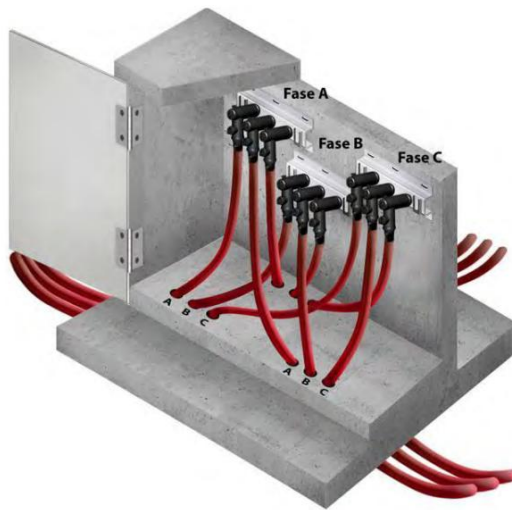


Figura 3.4 Caja derivadora tipo pedestal de 600/200 A de la norma DCCSSUBT.

3.3 Cálculo de conductores de media tensión.

Para los cálculos de media tensión se tomará en cuenta los tanto las de la NOM-001-SEDE-2012 como para los IEE que son para niveles de tensión mayores a 600V, para este proyecto CFE suministrara una bajada de 13.8kV, los cuales van a ir desde el poste de media tensión hacia los transformadores.

Para el método de ampacidad por temperatura en ductos subterráneo se consideramos la temperatura del terreno, su resistividad térmica RHO y la agrupación de Conduit en bancos de ductos. Este método de cálculos está basado en la información de IEEE std 399, debido a la disponibilidad del arreglo de ductos en el banco.

Para este cálculo de los factores de decremento que se aplican, son para el tramo de trayectoria que más se afecta la capacidad de los conductores del circuito en cuestiones, disminuyendo la ampacidad de los conductores, siendo el tramo más crítico la canalización en el ducto subterráneo, ya que el efecto de incremento de la temperatura más severa.

3.3.1 Selecciones de conductores de media tensión.

Seleccionamos los conductores que van de los desconectadores de media tensión al transformador TR-1. Calculamos la corriente nominal del lado de alta del transformador que son de 13.8kV y la capacidad del transformador 500 KVA.

Corriente nominal:

$$I_{nom} = \frac{kVA}{\sqrt{3} * V} = \frac{500kVA}{\sqrt{3} * 13.8kV} = 20.9A$$

Considerando que son conductores de media tensión seleccionamos en base a la Tabla 310-60(c)(77) y considerando del nivel de voltaje seleccionamos 3/0 AWG y una temperatura de conductor tenemos:

$$I_{con} = 260A$$

Para comprobar la selección de conductores se realizará la comprobación en base a la norma IEEE Std.399 se calculará los factores de corrección y se aplicará en base a la siguiente formula.

$$F_{total} = F_t \times F_{th} \times F_g \quad (12)$$

Calculamos el factor de decremento por temperatura del medio ambiente donde se instalará el cable, Tabla 13-4(IEEE Std.399) tomando en cuenta la temperatura del terreno de 30° y de la selección del conductor a una temperatura 90°.

$$F_t = 0.93$$

Calculamos el factor de decremento por consideración de la resistividad térmica del terreno instalará el cable, Tabla 13-6(IEEE Std.399) para conductores de 90° y 1 conductor por fase.

$$F_{th} = 1$$

Calculamos el factor de decremento por agrupamiento en ductos, Tabla 13-9(IEEE Std.399) por lo cual tenemos un arreglo de registro de 3X3

$$F_g = 0.57$$

Tenemos que el factor total:

$$F_{total} = 0.93 \times 1 \times 0.57 = 0.5301$$

Calculamos la corriente corregida:

$$I_{CR} = I_{con} * F_{total} = 260A * 0.57 = 148.8A$$

$$I_{CR} \gg I_{nom}$$

Calculamos la caída de tensión:

Para los conductores de media tensión se consideras resistencia y reactancia de la Tabla 4A-7 IEEE 141.

$$R_{75} = 0.064 \left(\frac{\Omega}{1000(ft)} \right)$$

$$R_{75} = 0.0484 \left(\frac{\Omega}{1000(ft)} \right)$$

Se convierte conversión a unidades $\left(\frac{\Omega}{km} \right)$:

$$R = 0.1984 \left(\frac{\Omega}{km} \right)$$

$$X = 0.158792 \left(\frac{\Omega}{km} \right)$$

Calculamos la caída de tensión;

$$\%e = \sqrt{3} * L * \frac{\left(\frac{I_n}{NPC} \right) * (R * \cos(\phi) + X * \sin(\phi))}{10xV}$$

$$\%e = \sqrt{3} * 87m * \frac{\left(\frac{20.9A}{1} \right) * (0.1984 * \cos(25.841^\circ) + 0.1587 * \sin(25.481^\circ))}{10x13.8kV}$$

$$\%e = 0.0017483$$

3.3.2 Verificación de Corto Circuito media tensión.

El dimensionamiento de conductores por corto circuito, se determina el calibre mínimo del conductor para soportar un nivel de falla en particular, para una duración de falla determinados según los parámetros descritos en el capítulo 8 del IEEE 242 el obtenemos la siguiente expresión.

$$A = \frac{I}{\sqrt{\frac{K}{t} \text{LOG}_{10} \left(\frac{T_2 + T}{T_1 + T} \right)}} \quad (13)$$

I: Magnitud de la corriente de falla a través del cable.

t: Tiempo total de interrupción de la falla considerando el tiempo de apertura del interruptor 0.0833 seg: (5 ciclos) y tiempo de operación del relevador de 0.1 seg (6 ciclos) para un total de 0.1833 seg. (11 ciclos), tomando el valor de 0.2 seg (12 ciclos).

A: Sección transversal del conductor en Cmil

K: constante que depende de las características térmicas del conductor.

- 0.02997 para conductores de cobre.
- 0.01286 para conductores de aluminio.

T_1 : Temperatura inicial del conductor.

T_2 : Temperatura final del conductor.

T : 234°C para cobre recocido y estirado en frio con 100% IACS (internacional Annealed Copper stadr) de conductividad.

Consideramos el caso:

$$t = 3 \text{ ciclos} = 0.05s$$

En base a los datos que nos da el software de ETAP, un transformador típico de 500 KVA de 13.8kV/220V

$$\%Z = 5.75$$

En base al estudio de corto circuito realizado en el **Capítulo 6** se podrá obtener los siguientes datos de corriente de corto circuito de lado de alta (13.8kV) de los transformadores:

Por lo cual para el TR-1 tenemos:

$$I_{cc} = 4.184 \text{ kA}$$

Considerando un conductor de cobre:

$$K = 0.02997$$

$$T_1 = 90^\circ C$$

$$T_2 = 115^{\circ}C$$

$$T = 234^{\circ}C$$

$$A = \frac{4.184kA}{\sqrt{\frac{0.02997}{0.05} \text{LOG}_{10}\left(\frac{115^{\circ}C + 234^{\circ}C}{90^{\circ}C + 234^{\circ}C}\right)}} = 30114.21264 \text{ kCmil}$$

Lo convertimos a mm²:

$$A = 15.26 \text{ mm}^2$$

Por lo cual el calibre mínimo sería un 3/0 AWG

$$A = 21.15 \text{ mm}^2$$

De tal manera el calibre mínimo que soporta el corto circuito cada uno de los transformadores:

Tabla 3.5 Áreas mínimas según el corto circuito

Transformador	Área mm ² calculado	Área mm ² AWG	Calibre AWG
TR-1	15.26	21.15	4
TR-2	15.26	21.15	4
TR-3	15.26	21.15	4
TR-4	15.26	21.15	4
TR-5	15.26	21.15	4

En base a la Tabla 250-6 de la NOM-001-SEDE-2012 seleccionamos el conductor de puesta a tierra:

$$CPT = 4 \text{ AWG}$$

Selección la canalización que para el caso será de PVC pesado se realizará el cálculo del diámetro exterior de los conductores:

$$\text{Diámetro Exterior cal 3/0 AWG: } 14.4 \text{ mm} + 5\% = 15.12 \text{ mm, } \text{Área} = 181.4583 \text{ mm}^2 \times 4 = 725.8356 \text{ mm}^2$$

Diámetro Exterior cal 4AWG: $8.07 \text{ mm} + 5\% = 8.473 \text{ mm}$, Área = 56.3917 mm^2

Área total de los conductores: 782.2272 mm^2

En base a la Tabla 4 de la NOM-00 seleccionamos una canalización de 101 mm 4”

Tabla 3.1 Calibres de conductores de media tensión.

Transformador	Voltaje (kV)	Conductores XLP-DS (AWG)	Conductor de puesta a tierra (AWG)	Canalización PVC (mm2)
TR-1	13.8	3/0	4	101
TR-2	13.8	1/0	6	78
TR-3	13.8	3/0	4	101
TR-4	13.8	1/0	6	78
TR-5	13.8	1/0	6	78

Con lo cual obtendremos el calibre de los conductores para cada uno de los transformadores, los cuales serán verificados por ampacidad, caída de tensión y ahora también por cortocircuito, como se puede ver en la Tabla 3.1. A partir de ello, se determinarán las dimensiones de la canalización y la instalación de estos, tomando en cuenta el tipo de conexión de los transformadores.

Como se mencionó en el subcapítulo, según la especificación CFE K0000-07, tratándose de transformadores cedidos a la CFE, la conexión será en anillo, como se muestra en la **Figura 3.6**, la cual representa el diagrama unifilar de media tensión de los transformadores que alimentan las oficinas y locales del edificio.

Asimismo, el transformador que alimenta las áreas comunes, y que será administrado por el edificio, deberá cumplir con la norma NMX-J-285-ANCE. Su conexión será de forma radial, la cual se como se muestra en la **Figura 3.7**

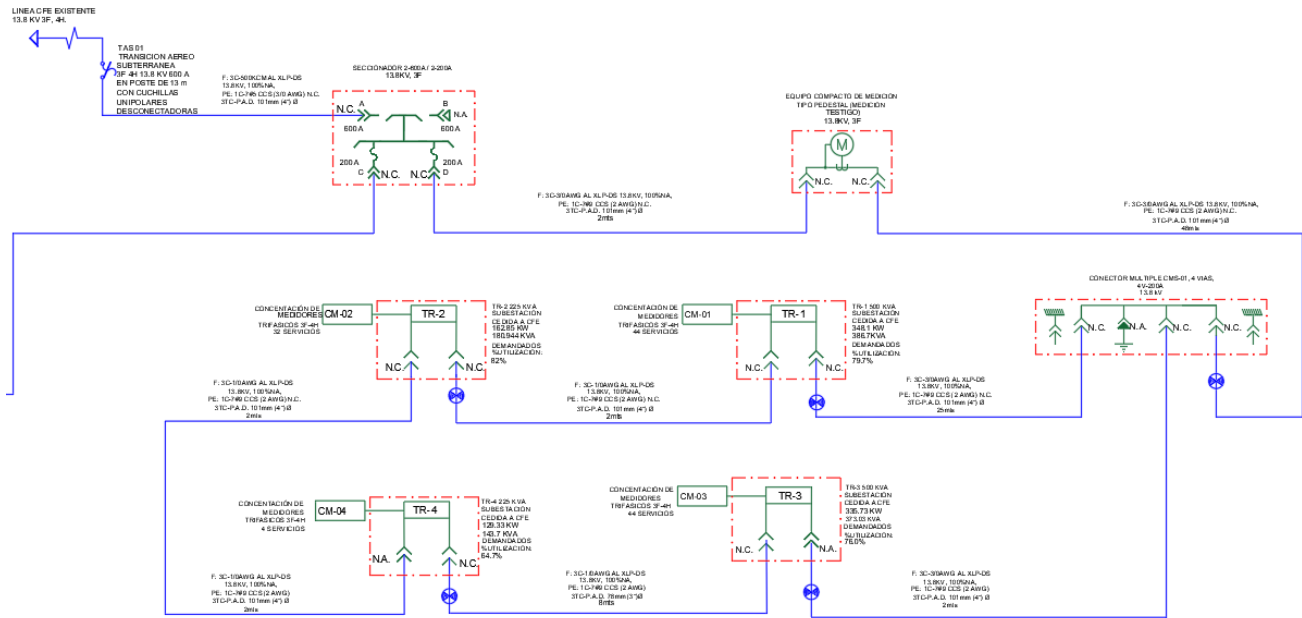


Figura 3.6 : Diagrama unifilar de los transformadores en conexión de anillo.

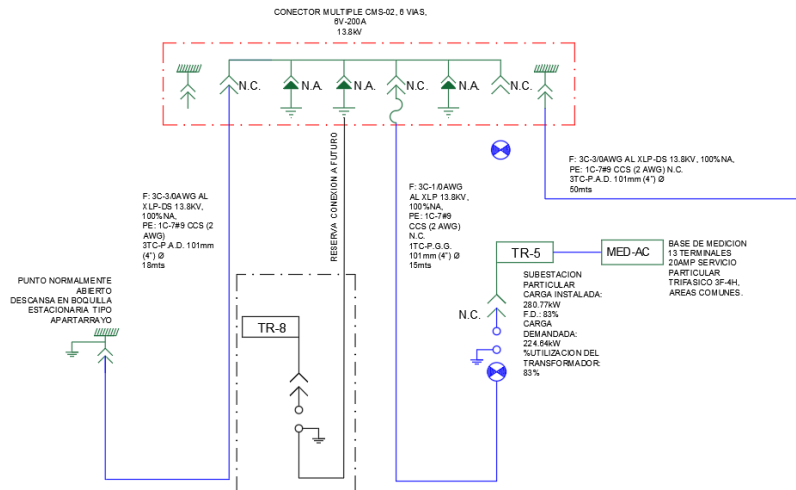


Figura 3.7 Diagrama unifilar de los transformadores en conexión Radia

4 FUERZA ÁREAS COMUNES

En este capítulo se llevará a cabo un análisis detallado de las áreas comunes del edificio, considerando su distribución, funcionalidad y los sistemas eléctricos asociados. Se evaluará la infraestructura eléctrica instalada en estos espacios, garantizando el cumplimiento de normativas y la eficiencia energética.

Las áreas comunes comprenden espacios como vestíbulos, pasillos, escaleras, estacionamientos, áreas de recreación, gimnasios, terrazas y cualquier otro sitio de uso compartido por los residentes o usuarios del edificio. Cada una de estas zonas será analizada en términos de:

- Iluminación: Diseño y disposición de luminarias, tipo de tecnología empleada (LED, fluorescente, etc.), niveles de iluminación y cumplimiento de normas de eficiencia energética.
- Sistemas de contactos y fuerza: Ubicación de tableros eléctricos, distribución de circuitos, capacidad de carga y seguridad de las instalaciones.
- Sistemas de emergencia: Alumbrado de emergencia, señalización luminosa y autonomía de las fuentes de respaldo, como plantas de emergencia o UPS.
- Sistemas especiales: Consideraciones para CCTV, control de acceso, detección de incendios y otros sistemas de seguridad que requieran alimentación eléctrica.
- Consumo y eficiencia energética: Evaluación del consumo eléctrico en las áreas comunes, identificación de oportunidades de ahorro energético y propuestas de optimización.

Este análisis permitirá establecer criterios de diseño y operación que aseguren un funcionamiento óptimo de las instalaciones eléctricas en las áreas comunes, mejorando la seguridad y el confort de los usuarios.

4.1 Selección del conductor, cálculo de la corriente y caída de tensión de circuitos derivados de alumbrado, contactos y motores.

Dentro del proyecto planteado, se tomarán en cuenta diversas consideraciones para el diseño, instalación y configuración de los circuitos derivados, asegurando su correcto funcionamiento y cumplimiento con las normativas aplicables. Estas consideraciones incluyen, pero no se limitan a, los siguientes aspectos:

4.1.1 Selección de conductores de alumbrado.

Para el diseño e instalación del sistema de alumbrado, se tomará en cuenta un estudio previo de iluminación realizado por una empresa asociada. Dicho estudio ha definido las luminarias óptimas en términos de eficiencia, distribución lumínica y cumplimiento normativo, por lo que en el

desarrollo del proyecto eléctrico solo se considerará la carga de cada una de las luminarias seleccionadas.

Para la realización de los cálculos eléctricos y la distribución de los circuitos de alumbrado, se tomarán en cuenta los siguientes espacios dentro del proyecto:

1. Estacionamientos (3 niveles)

- Se instalará alumbrado general con luminarias de alta eficiencia para garantizar visibilidad y seguridad en todas las áreas de circulación vehicular y peatonal.
- Se contemplará alumbrado de emergencia en puntos estratégicos conforme a las regulaciones vigentes.
- Se analizará el uso de sensores de movimiento o sistemas de control para optimizar el consumo energético.

2. Sala de estancia y recepción (planta baja)

- Se considerará una iluminación cálida y uniforme para generar un ambiente confortable para los usuarios.
- Se implementarán luminarias decorativas y funcionales, con niveles adecuados de iluminancia según normas aplicables.

3. Cubo de escaleras y cubo de elevadores

- Se garantizará un nivel de iluminación adecuado para la seguridad de los usuarios, conforme a las normas de evacuación y accesibilidad.
- Se instalarán luminarias con respaldo en sistema de emergencia para mantener la visibilidad en caso de fallas en el suministro eléctrico.

4. Pasillos y circulación

- Se distribuirá el alumbrado de manera homogénea para evitar sombras y garantizar visibilidad.
- Se evaluará la implementación de sistemas de control como temporizadores o sensores de ocupación para mejorar la eficiencia energética.

5. Iluminación exterior

- Se instalarán luminarias para fachadas, accesos y áreas perimetrales, priorizando la seguridad del entorno.
- Se seleccionarán luminarias con protección IP adecuada para exteriores y con tecnología eficiente, como LED.
- Se analizará la implementación de fotoceldas o sistemas de automatización para el control del encendido y apagado.

6. Oficinas administrativas

- Se empleará iluminación con niveles de luminancia adecuados para el confort visual de los trabajadores.
- Se implementarán luminarias de bajo consumo energético y con distribución uniforme para evitar fatiga visual.
- Se considerará la posibilidad de integrar sistemas de regulación de intensidad o iluminación circadiana para mejorar el bienestar y la productividad.

Una vez establecidos los criterios y consideraciones se realizará los calculos para la selección de conductores para un sistema de alumbrado.

Ejemplo:

Se considerar el cálculo para las luminarias en una de las recepciones del nivel 7 del edificio de oficinas.

Tabla 4.1 Luminarias en nivel 7

Luminaria	Cantidad	Potencia (W)	Potencia total (W)
L2-Luminaria en descanso de las escales de servicio	2	20	40
L12-Luminaria para suspender en mueble de recepción	3	5	15
L13-Luminaria downlight para empotrar en área de recepción y pasillos	34	6.5	221
L14- Luminaria en mesa de espera del área de recepción	5	42	210
L17- Luminaria triple para empotrar en falso plafón	4	19.5	78

Potencia instalada:

$$kW_{instalada} = 564W$$

Potencia aparente:

$$kVA_{instalada} = \frac{kW}{f.p.} = \frac{564W}{0.9} = 626.6VA$$

Corriente nominal:

$$I_{nom} = \frac{kW}{V * f.p.} = \frac{564W}{127V * 0.9} = 4.93A$$

Se considera un factor de demanda 1.

$$I_{dem} = I_{nom} * F.D = 4.93 * 1 = 4.93A$$

En base a la Tabla 310-15(b)(16), selecciono el conductor de 12 THW, por lo cual de la columna de cobre a 75°C tenemos una corriente.

$$I_{c1} = 25A$$

Realizamos las correcciones por factor de temperatura, con la ubicación en el norte de México tenemos que la temperatura promedio es de 40° con lo cual a partir de la Tabla 310-15(b)(2) (a) en la columna de 75°C.

$$ft = 0.82$$

Realizamos las correcciones por factor de agrupamiento con lo cual a partir de la Tabla 310-15(b)(3) (a) para un sistema trifásico a 4 hilos tenemos.

$$fag = 0.8$$

Calculamos la corriente de conductor:

$$I_{con} = I_c * ft * fag$$

$$I_{con} = 25A * 0.82 * 0.8 = 16.4A$$

$$I_{con} \gg I_{dem}$$

Se realizará el cálculo por caída de tensión tomando en cuenta la distancia del concentrador de medidores 1 a la oficina del nivel 12 del edificio.

$$distancia = 37m$$

Para calcular la caída de tensión tenemos la siguiente formula:

$$\%e = \sqrt{3} * L * \frac{\left(\frac{I_n}{NPC}\right) * (R * \cos(\phi) + X * \sin(\phi))}{10xV}$$

Para los parámetros de resistencia y reactancia para conductores 12 AWG de aluminio tenemos que:

$$X = 0.177(\Omega/km), R = 5.56(\Omega/km)$$

$$\%e = \sqrt{3} * 9m * \frac{\left(\frac{4.41}{1}\right) * (5.56 * \cos(25.841^\circ) + 0.77 * \sin(25.481^\circ))}{10 \times 127V}$$

$$\%e = 1.61$$

Calculamos la corriente de protección para los termo magnético:

$$I_{pro} = I_{nom} * 1.25 = 4.41 * 1.25 = 5.5151A$$

En base a el articulo 240-122 de la NOM-001-SEDE-2012 el cual nos indica los valores de corriente de protección para los termomagnético por los cual seleccionamos un ITM de 20A

$$I_{pro} = 20A$$

Se seleccionará el conductor de puesta a tierra a partir de la Tabla 250-122 tenemos un conductor del calibre

$$CPT = 12A$$

Selección la canalización que para el caso será de PVC ligero se realizará el cálculo del diámetro exterior de los conductores:

Diámetro Exterior cal 12 AWG: $2.33 \text{ mm} + 5\% = 2.4465\text{mm}$, Área = $4.7 \text{ mm}^2 \times 3 = 14.102\text{mm}^2$

$$\text{Área total de los conductores: } 14.10\text{mm}^2$$

Seleccionamos una canalización de 21 mm 1/2"

4.1.2 Contactos y salidas eléctricas para equipos especiales:

En el diseño de la instalación eléctrica, se considerarán diferentes tipos de contactos según su uso y ubicación dentro del proyecto y serán distribuidos como el alumbrado. Se han identificado los siguientes tipos:

- **Contactos Dúplex Estándar:** Serán utilizados en la mayoría de las áreas interiores, garantizando la disponibilidad de tomas de corriente para uso general.
- **Contactos Dúplex para Exteriores:** Diseñados para resistir condiciones ambientales adversas, contarán con protección contra humedad y polvo.
- **Contactos Dúplex GFCI (Interrupor de Falla a Tierra):** Instalados en zonas donde existe riesgo de contacto con agua, como baños, áreas de servicio y cocinas.
- **Contactos Dúplex Polarizados con Tierra Aislada:** Se destinarán a equipos sensibles a interferencias eléctricas, como sistemas de cómputo y equipos de telecomunicaciones.

- **Contactos Monofásicos Especializados:** Serán distribuidos en las áreas comunes bajo las mismas consideraciones que el sistema de alumbrado, asegurando una distribución adecuada de la energía.

Además, se han considerado **salidas eléctricas especiales** para equipos específicos, entre ellos:

- **Sistemas de Voz y Datos:** Provisión de alimentación para racks de telecomunicaciones, puntos de acceso Wi-Fi y otros dispositivos de comunicación.
- **Sistemas de Protección Contra Incendios:** Incluye la alimentación para detectores de humo, alarmas, paneles de control y bombas contra incendios si es aplicable.
- **Control de Barreras Vehiculares:** Alimentación para sistemas de control de acceso, tales como plumas electromecánicas y lectores de tarjetas.
- **Equipos Adicionales:** Se prevé la inclusión de puntos de alimentación para otros sistemas auxiliares según las necesidades específicas del proyecto, tales como circuitos para CCTV, domótica y señalización de emergencia.

Todas las instalaciones se ejecutarán conforme a la normativa vigente, asegurando la correcta distribución, protección y eficiencia energética del sistema eléctrico.

Ejemplo:

Se realizará la selección de conductores para un tablero bifásico por el cual se conectarán los equipos del control de acceso y sistema contra incendios para los elevadores como son:

Tabla 4.2 Tipos de contactos y salidas especiales.

Equipos	Cantidad	Potencia (W)	Potencia total (W)
Fuente HD nivel 9	1	800	800
IDF N6	1	1000	1000
Fuente DH nivel 4	1	800	800
Kit de enlace inalámbricos + fuente remota	2	200	400
Kit de enlace inalámbricos + fuente remota	2	200	400

Potencia del equipo:

$$kW_{instalada} = 3400W$$

Potencia aparente:

$$kVA_{instalada} = \frac{kW}{F.P} = \frac{3400W}{0.9} = 3778 VA$$

Corriente nominal:

$$I_{nom} = \frac{kW}{\sqrt{3} * V * F.P} = \frac{3400W}{\sqrt{3} * 220V * 0.9} = 17.17A$$

Se considera un factor de demanda 1.

$$I_{dem} = I_{nom} * F.D = 17.17 * 1 = 17.17A$$

Al observar la corriente de n3mina se podr3 considerar un calibre 12 o un 10 AWG XHHW, pero en este caso la distancia entre el tablero principal y el tablero de equipos especiales tendr3n una distancia de 77 m , en base al c3lculo de ca3da de tensi3n tendr3amos se considerar los siguientes calibres:

En base a la Tabla 310-15(b)(16), selecciono el conductor de 6 AWG XHHW, por lo cual de la columna de cobre a 75°C tenemos una corriente.

$$I_{c1} = 50A$$

Realizamos las correcciones por factor de temperatura, con la ubicaci3n en el norte de M3xico tenemos que la temperatura promedio es de 40° con lo cual a partir de la Tabla 310-15(b)(2) (a) en la columna de 75°C.

$$ft = 0.82$$

Realizamos las correcciones por factor de agrupamiento con lo cual a partir de la Tabla 310-15(b)(3) (a) para un sistema trif3sico a 4 hilos tenemos.

$$fag = 0.8$$

Calculamos la corriente de conductor:

$$I_{con} = I_c * ft * fag$$

$$I_{con} = 50A * 0.82 * 0.8 = 32.8A$$

$$I_{con} \gg I_{dem}$$

Se realizar3 el c3lculo por ca3da de tensi3n tomando en cuenta la distancia del concentrador de medidores 1 a la oficina del nivel 12 del edificio.

$$distancia = 77m$$

Para calcular la caída de tensión tenemos la siguiente formula:

$$\%e = \sqrt{3} * L * \frac{\left(\frac{I_n}{NPC}\right) * (R * \cos(\phi) + X * \sin(\phi))}{10xV}$$

Para los parámetros de resistencia y reactancia para conductores 12 AWG de aluminio tenemos que:

$$X = 0.167(\Omega/\text{km}), R = 2.66(\Omega/\text{km})$$

$$\%e = \sqrt{3} * 77m * \frac{\left(\frac{17.17A}{1}\right) * (2.66 * \cos(25.841^\circ) + 0.167 * \sin(25.481^\circ))}{10x220V}$$

$$\%e = 2.49$$

Calculamos la corriente de protección para los termo magnético:

$$I_{pro} = I_{nom} * 1.25 = 17.17 * 1.25 = 21.4625A$$

Para la selección del ITM se considerará el superior de corriente y también debido a la distancia se considerará.

$$I_{pro} = 30A$$

Se seleccionará el conductor de puesta a tierra a partir de la Tabla 250-122 tenemos un conductor del calibre

$$CPT = 10A$$

Selección la canalización que para el caso será de PVC ligero se realizará el cálculo del diámetro exterior de los conductores:

$$\text{Diámetro Exterior cal 6 AWG: } 7.6 \text{ mm} + 5\% = 7.98\text{mm}, \text{Área} = 50 \text{ mm}^2 \times 3 = 150\text{mm}^2$$

$$\text{Diámetro Exterior cal 10 AWG: } 4.5 \text{ mm} + 5\% = 4.725\text{mm}, \text{Área} = 15.52 \text{ mm}^2 \times 1 = 15.52\text{mm}^2$$

$$\text{Área total de los conductores: } 165.528\text{mm}^2$$

Seleccionamos una canalización de 27 mm 1"

Para cada uno de los pisos se les asociará un tablero dependiendo el tipo de carga como las antes vistas por lo cual toda la información relacionada será representada por medio del diagrama unifilar del tablero donde de manera resumida tendremos los valores eléctricos de cada una de las cargas como podemos observar en el anexo 3 donde viene el diagrama unifilar del tablero C que el cual será relacionados a contactos y alumbrado.

4.1.3 Cálculo de motores de áreas comunes.

En el presente proyecto se consideran diversas cargas mecánicas esenciales para el funcionamiento integral del edificio. Estas cargas están asociadas principalmente a los sistemas de soporte de infraestructura, los cuales requieren un suministro eléctrico confiable y correctamente dimensionado. Entre las cargas contempladas se encuentran:

- Sistemas hidrosanitarios: Equipos como bombas de agua potable, bombas de aguas negras y pluviales, cuya operación es fundamental para el abastecimiento y desalojo de fluidos en todo el inmueble.
- Sistemas de protección contra incendios: Bombas jockey y bombas principales para presurización de la red contra incendios, cuyo funcionamiento continuo es vital en caso de emergencia.
- Sistemas de ventilación mecánica para estacionamientos subterráneos: Extractores y ventiladores que aseguran una adecuada recirculación del aire, evitando la acumulación de gases contaminantes como el monóxido de carbono.

Dado que estos sistemas operan con motores eléctricos de distintas capacidades, es indispensable realizar el dimensionamiento eléctrico de cada uno de los motores involucrados. Esto incluye:

- La selección del calibre adecuado de conductores según la corriente nominal del motor, el tipo de aislamiento, la longitud del trayecto y el tipo de canalización.
- La verificación de la caída de tensión para asegurar que los motores operen dentro de los márgenes permitidos por la normatividad aplicable.
- La selección de protecciones eléctricas, tales como interruptores termomagnéticos o disyuntores tipo motor, relés térmicos y dispositivos de protección contra sobrecargas o cortocircuitos, de acuerdo con las características de cada equipo y su régimen de operación.

Tabla 4.3 Equipos hidromecánicos.

Equipos	Cantidad	Potencia (W)	Potencia total (W)
HIDRONEUMATICO DUPLEX (3 HP)	1	2250	2250
HIDRONEUMATICO TRIPLEX (7.5 HP)	2	5600	11,200
BOMBA COTRA INCENDIOS 3HP	1	2250	2250

Ejemplo:

Para el cálculo y selección de conductores se basará en el 430-6 de la NOM-001-SEDE-2012 en el cual determina la ampacidad y valores de corrientes nominales de motores.

Seleccionamos el conductor para el equipo hidroneumático triplex.

Potencia del motor:

$$Capacidad\ del\ motor = 7\ 1/2\ HP$$

$$P_{motor} = 5600\ W$$

En base a la tabla 430-250 de la NOM-001-SEDE-2012 y un voltaje trifásico de 480V tenemos la corriente para un motor:

$$I_{motor} = 11A$$

Para el equipo hidroneumático triplex es necesario 2 motores por lo cual para el cálculo de corriente nominal se ocupará la siguiente formula:

$$I_{nom} = ((I_{motor\ max} * 1.25) + I_{motor})$$

$$I_{nom} = ((11A * 1.25) + 11A) = 24.75A$$

Se considera un factor de demanda 1.25 para motores.

$$I_{dem} = I_{nom} * 1.25 = 24.75A * 1.25 = 30.9375A$$

En base a la Tabla 310-15(b)(16), selecciono el conductor de 8 AWG THHW, por lo cual de la columna de cobre a 75°C tenemos una corriente.

$$I_{c1} = 50A$$

Realizamos las correcciones por factor de temperatura, con la ubicación en el norte de México tenemos que la temperatura promedio es de 40° con lo cual a partir de la Tabla 310-15(b)(2) (a) en la columna de 75°C.

$$ft = 0.82$$

Realizamos las correcciones por factor de agrupamiento con lo cual a partir de la Tabla 310-15(b)(3) (a) para un sistema trifásico a 4 hilos tenemos.

$$fag = 0.8$$

Calculamos la corriente de conductor:

$$I_{con} = I_c * ft * fag$$

$$I_{con} = 50A * 0.82 * 0.8 = 32.8A$$

$$I_{con} \gg I_{dem}$$

Se realizará el cálculo del cuarto eléctrico a los motores ubicados en el sótano.

$$distancia = 30m$$

Para calcular la caída de tensión tenemos la siguiente formula:

$$\%e = \sqrt{3} * L * \frac{\left(\frac{I_n}{NPC}\right) * (R * \cos(\phi) + X * \sin(\phi))}{10xV}$$

Para los parámetros de resistencia y reactancia para conductores 8 AWG de aluminio tenemos que:

$$X = 0.171(\Omega/km), R = 1.61(\Omega/km)$$

$$\%e = \sqrt{3} * 30m * \frac{\left(\frac{24.75A}{1}\right) * (1.61 * \cos(25.841^\circ) + 0.171 * \sin(25.481^\circ))}{10x480V}$$

$$\%e = 0.4079$$

Calculamos la corriente de protección para los termo magnético:

$$I_{pro} = I_{nom} * 1.25 = 17.17 * 1.25 = 21.4625A$$

Para el cálculo de la protección se considera la especificación NFPA 270-HB-2017 el artículo 430. Especifica la siguiente fórmula para el cálculo de la proyección.

$$I_{pro} = ((I_{nom\ motor} * 2.5) + I_{motor})$$

$$I_{pro} = ((11A * 2.5) + 11A) = 38.5A$$

Para considerar el interruptor termomagnético se considera el valor inferior de la corriente de protección:

$$ITM = 30A$$

Para la protección ante sobre carga se basará en el artículo 430-32 no la NOM-001-SEDE-2012 y las consideraciones que se tomará para esta tesis será que no entra en los casos especiales considerandos en la norma entonces se cocida un porcentaje de “115 por ciento”.

$$I_{SC} = I_{nom} * 1.15 = 24.75A * 1.15 = 28.4625A$$

El ajuste por sobre carga se tendrá que programar el dispositivo de protección.

Se seleccionará el conductor de puesta a tierra a partir de la Tabla 250-122 tenemos un conductor del calibre

$$CPT = 10A$$

Selección la canalización que para el caso será de PVC pesado se realizará el cálculo del diámetro exterior de los conductores:

Diámetro Exterior cal 8 AWG: $5.5\text{ mm} + 5\% = 5.775\text{mm}$, Área = $26.19\text{ mm}^2 \times 3 = 78.57\text{mm}^2$

Diámetro Exterior cal 10 AWG: $4.5\text{ mm} + 5\% = 4.725\text{mm}$, Área = $15.52\text{ mm}^2 \times 1 = 15.52\text{mm}^2$

$$\text{Área total de los conductores: } 94.098\text{mm}^2$$

Seleccionamos una canalización de 27 mm

4.2 Equipos y consideraciones para las áreas comunes.

4.2.1 Transformador tipo pedestal norma NMX-J-285.

Se empleará un transformador tipo pedestal, conforme a la norma NMX-J-285-ANCE, con una capacidad nominal de 300 kVA, diseñado para operar con una relación de transformación de 13.8/7.97 kV en el lado primario y 480/277 V en el lado secundario. Este tipo de transformador es adecuado para aplicaciones en sistemas de distribución de media a baja tensión, y presenta una impedancia promedio del 5%, valor típico que permite limitar la corriente de cortocircuito y asegurar un nivel aceptable de regulación de voltaje, como se mencionó en el capítulo anterior.

El transformador estará conectado en una configuración radial, adoptando una conexión Delta–Estrella (D-Y). En esta disposición, el devanado primario se conecta en Delta y el devanado secundario en Estrella (Y), lo cual permite disponer de un punto neutro aterrizado en el lado secundario. Esta configuración es ampliamente utilizada en sistemas de distribución eléctrica, ya que proporciona una alimentación trifásica balanceada, facilita la distribución de cargas monofásicas mediante el neutro y mejora la capacidad de aislamiento del sistema frente a fallas a tierra.

Para efectos de medición y monitoreo, se implementará un sistema de medición indirecta por transformadores de corriente tipo dona (TCs), conforme a lo establecido en la especificación CFE-DCMMT402 "Dispositivos de medición en media tensión". Estos TCs estarán instalados en el interior del gabinete del transformador y dimensionados adecuadamente para reflejar de forma precisa la corriente total suministrada. Dado que las corrientes en este tipo de instalaciones exceden los rangos permitidos para una medición directa (tipo serie), el uso de medición por donas se vuelve obligatorio para garantizar seguridad, precisión y cumplimiento de la especificación.



Figura 4.1 Transformador de instrumento de corriente tipo “Dona” y su conexión.

Los TCs reducirán las corrientes reales a un valor estándar secundario (usualmente 5 A), el cual será conducido a un medidor tipo transoket. Este medidor cuenta con una base socket de 13 terminales que permite su fácil conexión, reemplazo y mantenimiento, y está especialmente diseñado para integrarse con transformadores de medición. El medidor transoket se montará en un gabinete independiente, fuera del compartimiento de potencia del transformador, para permitir un acceso seguro a las labores de lectura, inspección o cambio del equipo.

El sistema completo de medición indirecta compuesto por TCs, medidor transoket y gabinete de medición garantiza una lectura precisa y confiable del consumo de energía, protege al personal contra riesgos eléctricos y cumple con las disposiciones de la CFE para la interconexión y medición en sistemas de media tensión, especialmente en transformadores de 225 kVA o superiores.



Figura 4.2 Base transoket de 13 terminales.

Esta disposición también permite a CFE implementar esquemas tarifarios complejos, como medición de demanda máxima, energía reactiva o multitarifa horaria, según la tarifa contratada (OM, HM, GDMTO, GDMTH, entre otras), haciendo de esta solución una alternativa robusta, segura y normativamente correcta para instalaciones industriales o comerciales de gran demanda.

4.2.2 Planta de Emergencia.

Adicionalmente, el sistema contará con una planta de emergencia con una capacidad de 80 kW en operación continua, la cual ha sido diseñada para suministrar energía eléctrica de respaldo en caso de interrupciones del suministro por parte de la red pública. Esta planta operará a un voltaje de 480 V en baja tensión trifásica, totalmente compatible con el nivel de voltaje secundario del transformador principal, lo cual permite su integración directa a la red interna del edificio. Esta solución garantiza la continuidad de operación de los sistemas críticos, particularmente en instalaciones comerciales, institucionales o de servicios, donde las interrupciones pueden comprometer la funcionalidad y seguridad del inmueble.

Para asegurar la conmutación automática y segura entre el suministro normal y el respaldo, se instalará un tablero de transferencia automática (TTA) que cumplirá con lo establecido en la NOM-001-SEDE-2012 en lo relativo a las instalaciones de fuentes de emergencia, así como con los lineamientos técnicos definidos por la CFE en diversas disposiciones, particularmente en la especificación CFE-K0000-45 "Especificación de tableros de transferencia", que regula el diseño, operación y seguridad de estos dispositivos en instalaciones conectadas a la red pública.



Figura 4.3 Planta de emergencia de Diesel.

Este equipo de transferencia está diseñado para monitorear continuamente la calidad del suministro de la red pública. Al detectar una falla o ausencia de tensión en alguna o varias fases, el TTA desconectará de forma segura la acometida principal y activará la conexión a la planta de emergencia. Una vez restablecido el suministro y transcurrido un tiempo de estabilización programado, el sistema realizará nuevamente el cambio a la fuente principal, garantizando una transición ordenada y sin interrupciones innecesarias.

El TTA será dimensionado con base en la capacidad de generación de la planta y en la carga prioritaria definida para respaldo, considerando los criterios establecidos en el Anexo 8.6 de la NOM-001-SEDE-2012 y en los procedimientos de conexión a la red establecidos por CFE para instalaciones con fuentes alternas de energía. Este tablero contará con interruptores termomagnéticos o interruptores de potencia con capacidad de ruptura adecuada, indicadores de estado de operación, dispositivos de enclavamiento mecánico y/o eléctrico para evitar el paralelismo no intencionado, así como protecciones adicionales como relevadores de sobrecarga, falla de fase y monitoreo de frecuencia y voltaje.



Figura 4.4 Tablero de transferencia para planta de emergencia.

Es importante señalar que, cuando la instalación cuente con interconexión a la red pública en media tensión, la CFE puede requerir un análisis técnico específico para validar que no exista ningún riesgo de retroalimentación hacia su red. En esos casos, será necesario presentar planos unifilares, memorias de cálculo y esquemas de enclavamiento como parte del proceso de autorización.

En conjunto, el sistema formado por la planta generadora, el tablero de transferencia y la red de distribución interna garantiza una operación segura, automática y conforme a la normativa vigente, ofreciendo una solución técnica confiable para enfrentar fallas del suministro público sin comprometer la operación de servicios esenciales.

4.2.3 Transformador tipo seco.

Se instalarán transformadores tipo seco, con una capacidad nominal de 112.5 kVA, cuya relación de transformación es de 480 V en el lado primario a 220/127 V en el lado secundario. Este tipo de transformador es ideal para instalaciones en interiores debido a que no requiere de aceite dieléctrico, lo cual reduce riesgos asociados a incendios y minimiza tareas de mantenimiento.

Estos transformadores serán utilizados para alimentar cargas en baja tensión, particularmente aquellas que requieren alimentación bifásica (220 V) y monofásica (127 V), como sistemas de iluminación, tomacorrientes generales y algunos equipos de oficina o equipos electrónicos sensibles.

El diseño tipo seco favorece una mejor disipación térmica a través del aire, por lo que se instalarán en áreas bien ventiladas, cumpliendo con las distancias mínimas de seguridad y los criterios de accesibilidad para operación y mantenimiento. Además, se incluirán protecciones térmicas y sobre corriente adecuadas en los tableros de distribución asociados, para garantizar un funcionamiento seguro y confiable.



Figura 4.5 Transformador tipo seco de 480/220V

4.2.4 Regulador de voltaje.

Se instalará un regulador de voltaje trifásico con capacidad de 20 kVA, el cual tiene como objetivo principal garantizar la calidad y estabilidad del suministro eléctrico destinado a alimentar equipos especiales y sensibles, tales como sistemas de comunicación, control, automatización, instrumentación médica o equipos electrónicos industriales de alta precisión. La incorporación de este equipo responde a la necesidad de proteger estos dispositivos ante variaciones de tensión que pudieran comprometer su desempeño, reducir su vida útil o causar fallas operativas.

El regulador operará con una configuración trifásica de cuatro hilos (3F, 4H), con nivel de tensión nominal de 220/127 V y frecuencia de operación de 60 Hz, lo cual asegura su compatibilidad con el sistema eléctrico del inmueble y permite alimentar cargas balanceadas o desbalanceadas, tanto trifásicas como monofásicas.

El equipo estará equipado con un interruptor termomagnético en su entrada, dimensionado conforme a la corriente nominal del regulador, cuya función es proteger el sistema ante condiciones de sobrecorriente o cortocircuito. Este interruptor será de tipo industrial, con capacidad de interrupción suficiente, y contará con mecanismo de rearme manual para facilitar las labores de mantenimiento y restablecimiento del servicio tras un evento de falla.

Desde el punto de vista de calidad de energía, el regulador estará diseñado para mantener una distorsión armónica total (THD) menor al 2%, lo cual es esencial para asegurar un suministro limpio y sin perturbaciones eléctricas, minimizando así la posibilidad de interferencias electromagnéticas o problemas de funcionamiento en equipos electrónicos sensibles. Este nivel de filtrado cumple con las recomendaciones establecidas por las especificaciones internacionales como la IEEE 519-2014 para sistemas de baja tensión.

En cuanto a la tolerancia de operación, el regulador permitirá variaciones de entrada de hasta $\pm 15\%$ respecto al voltaje nominal, lo cual le proporciona una alta capacidad de respuesta ante fluctuaciones significativas en la red eléctrica, sin comprometer su funcionamiento ni el de los equipos conectados. En la salida, el regulador mantendrá una precisión de voltaje dentro del rango de $\pm 2\%$, lo cual

garantiza una tensión estable y constante, incluso ante cambios súbitos de carga o perturbaciones externas.

Este equipo será instalado en una ubicación técnica especialmente acondicionada, libre de humedad, polvo y vibraciones, con ventilación adecuada y espacio suficiente para su correcta operación, mantenimiento y disipación térmica. La instalación incluirá su conexión a un sistema de puesta a tierra que cumpla con los requisitos establecidos en la NOM-001-SEDE-2012, en lo relativo a la protección de equipos sensibles y a la continuidad del conductor de protección.

La integración del regulador de voltaje dentro del sistema eléctrico general forma parte de las estrategias de aseguramiento de la calidad de suministro, proporcionando no solo estabilidad operativa, sino también una mejora en la eficiencia energética y confiabilidad del servicio eléctrico para las áreas críticas del inmueble.



Figura 4.6 Regulador de voltaje trifásico

4.3 Distribución de tablero y coordinación de protecciones.

Una vez concluido el censo de cargas correspondiente a las áreas comunes del edificio de oficinas, se procederá a la selección y dimensionamiento de los tableros eléctricos necesarios para una distribución eficiente y segura de la carga. Este proceso se basa en la clasificación y agrupación de cargas detallada en el subcapítulo anterior, que incluye sistemas de alumbrado, contactos, climatización (HVAC), entre otros.

Adicionalmente, se considerarán equipos de mayor demanda energética, tales como los motores de los elevadores, equipos de presurización de escaleras, sistemas de recirculación de aire, y equipos electromecánicos asociados al sistema hidrosanitario del edificio (como bombas de agua potable y de aguas residuales). Las características eléctricas de estos equipos, incluyendo potencia nominal, tipo de arranque y factores de demanda, serán reflejadas en la tabla [número de tabla], donde se presenta un desglose detallado de las cargas por sistema y ubicación.

Toda esta carga será alimentada a través del transformador TR-5, el cual ha sido destinado exclusivamente para el suministro de energía a las áreas comunes. Desde este transformador, se distribuirá la energía hacia los distintos tableros generales y tableros seccionales ubicados estratégicamente en el edificio. Cada tablero será dimensionado conforme a la capacidad de carga que deberá alimentar, respetando los criterios de balanceo de fases, caída de tensión máxima permitida, protecciones eléctricas, y espacios de reserva para futuras ampliaciones, según lo establecido en la NOM-001-SEDE-2012 y en las especificaciones de CFE (DCBT500 y DCMBT400).

Este enfoque asegura una gestión óptima de la energía en las áreas comunes, garantizando la confiabilidad operativa de los sistemas críticos del edificio, así como una distribución ordenada, normada y escalable del sistema eléctrico.

4.3.1 Tablero General 480/277V.

Para la alimentación del sistema eléctrico de áreas comunes del edificio, se establecerá una acometida principal desde el transformador TR-5, el cual entrega energía a 480 V en tres fases, conectado en delta. Esta acometida pasará en primer término por el gabinete de medición, diseñado conforme a la especificación DCMBT400 de CFE, la cual regula el uso de concentradores o gabinetes de medición en instalaciones de media y baja tensión. Este gabinete contará con las protecciones correspondientes, tales como interruptores termomagnéticos o seccionadores según el tipo de acometida, así como la preparación para incluir equipos de medición bidireccional si se requiere en el futuro.

Posteriormente, la energía será conducida al Tablero General de Distribución (TG), el cual será el nodo principal de derivación para los diferentes subsistemas eléctricos del edificio. Este tablero contará con interruptor principal tripolar, barras de cobre adecuadamente dimensionadas, y un sistema de puesta a tierra de acuerdo con la NOM-001-SEDE-2012.

Desde el TG se alimentará un transformador tipo seco encapsulado de 112.5 kVA, con relación de transformación 480 V / 220/127 V, conectado en configuración delta-estrella (D-Y). Este equipo estará diseñado conforme a la norma NMX-J-351-ANCE para transformadores secos de distribución en baja tensión. Su objetivo será suministrar energía exclusivamente al Tablero de Equipos Normales (TEN), el cual operará a un voltaje de 220/127 V y alimentará cargas como iluminación, contactos generales, sistemas de ventilación menor y equipos electromecánicos de baja prioridad.

En paralelo, desde el mismo Tablero General se derivará también la alimentación al Tablero de Transferencia Automática (TTA). Este tablero será responsable de conmutar la fuente de alimentación del Tablero de Equipos de Emergencia (TEE), permitiendo que dicho tablero opere con energía del suministro normal (CFE) bajo condiciones estándar. No obstante, en caso de una falla en la red eléctrica, el TTA realizará la conmutación automática hacia la planta generadora de

emergencia, la cual tendrá una capacidad de 80 kW en operación continua a 480 V, alimentando así únicamente las cargas críticas del edificio.

El TTA estará diseñado conforme a la especificación CFE L0000-14 y NOM-001-SEDE-2012, incluyendo enclavamientos mecánicos y eléctricos que eviten el paralelismo no intencionado entre las dos fuentes de alimentación, así como señalización visual de estados (línea, emergencia, fallo) y protecciones ajustadas a la capacidad de la planta.

Todo el sistema de distribución descrito estará claramente representado en el Diagrama Unifilar 1, el cual mostrará:

- La acometida y medición principal.
- Derivaciones hacia transformadores, tableros normales y de emergencia.
- Elementos de protección, transformadores, conmutadores, barras y alimentadores.
- La arquitectura de respaldo mediante planta de emergencia.
- La conexión al sistema de puesta a tierra general del edificio.

4.3.2 Tablero Sub-general de Normal 220/127V.

Desde el Tablero General (TG) se realizará la distribución eléctrica principal hacia las cargas no críticas o no vitales del edificio. En este tablero se concentrarán las derivaciones para alimentar equipos y sistemas que, en caso de interrupción del suministro eléctrico, no representan un riesgo inmediato para las personas ni comprometen la continuidad operativa del inmueble, aunque podrían generar afectaciones económicas menores si se interrumpieran durante periodos prolongados.

Entre las cargas que se alimentarán desde el TG se encuentran:

- Contactos generales para áreas comunes como pasillos, salas de espera, oficinas administrativas, salas de juntas y estaciones de trabajo no críticas.
- Sistemas de iluminación general, a excepción del alumbrado de emergencia, el cual será alimentado desde un sistema independiente con respaldo de planta de emergencia o UPS.
- Equipos de HVAC (calefacción, ventilación y aire acondicionado) de uso regular, como manejadoras de aire, ventiladores de extracción e inyección, así como unidades tipo mini split y equipos de presurización de escaleras no clasificados como vitales.
- Sistemas auxiliares, tales como cargadores para vehículos eléctricos, integrados conforme a la norma NOM-001-SEDE-2012 Art. 625, y controlados por medio de protecciones específicas y comunicación inteligente.
- Reloj astronómico, dispositivo electrónico programable que controlará automáticamente el encendido y apagado del alumbrado exterior, incluyendo luminarias en jardines, fachadas, estacionamientos y accesos peatonales. Este equipo optimiza el consumo energético al operar en función de la ubicación geográfica y el ciclo solar diario.

Para una mejor organización y sectorización del sistema, se instalarán sub-tableros derivados desde el TG, los cuales serán identificados como:

- Tablero AC (áreas comunes del nivel 2 al nivel 7)
- Tablero CC (áreas comunes de los estacionamientos)
- Tablero BC (áreas comunes del nivel 8 al nivel 12)
- Tablero PB (Planta Baja u otras áreas específicas y sótanos)

Estos tableros facilitarán el balanceo de cargas entre fases, la segmentación por zona o tipo de uso, y la futura operación, mantenimiento y crecimiento del sistema eléctrico. Cada tablero incluirá protección individual por circuito derivado, barreras de aislamiento, identificación por circuito y espacio de reserva para futuras ampliaciones.

Toda esta configuración se detalla en el Diagrama Unifilar 2, donde se representa gráficamente:

- Las rutas de alimentación desde el TG.
- Los sub-tableros mencionados.
- Las cargas conectadas.
- Las protecciones correspondientes.
- El sistema de puesta a tierra común.

Esta distribución cumple con los requisitos establecidos en la NOM-001-SEDE-2012, particularmente en lo referente a la clasificación de cargas, el balanceo de fases, la selectividad de protecciones y la correcta identificación de circuitos.

4.3.3 Tablero Sub-general de Emergencia 480/227V.

El Tablero de Equipos de Emergencia (TEE) está destinado a garantizar la continuidad operativa de las cargas críticas del edificio en caso de una interrupción del suministro eléctrico por parte de la red pública. Estas cargas han sido clasificadas conforme a su importancia operativa y su impacto en la seguridad de las personas, la integridad de las instalaciones y la funcionalidad básica del inmueble.

Desde el Tablero de Transferencia Automática (TTA), el TEE será alimentado a través de dos posibles fuentes:

- Fuente normal: proveniente del Tablero General (alimentación comercial).
- Fuente de respaldo: proveniente de la planta de emergencia, la cual entrará en operación automáticamente cuando el TTA detecte la pérdida de suministro de la red.

Entre los equipos que serán alimentados por el TEE se encuentran los siguientes:

- Sistema hidrosanitario de emergencia, incluyendo bombas de recirculación de agua potable, bombas de drenaje pluvial o residual, y sistemas de presión constante, indispensables para mantener servicios sanitarios básicos durante eventos de corte de energía.
- Bomba contra incendios, considerada una carga esencial de seguridad según la NOM-001-SEDE-2012, Artículo 695, la cual debe contar con una fuente confiable e independiente para su operación. Su conexión al TEE garantiza que podrá activarse de inmediato ante cualquier contingencia, incluso si la planta de emergencia aún no ha alcanzado velocidad nominal, mediante arranque prioritario.
- Sistemas de transporte vertical, como elevadores destinados a evacuación o movilidad de personas con discapacidad. Estos serán seleccionados conforme a la NOM-053-SCFI-2000 y conectados con enclavamiento mecánico y eléctrico para que, una vez que el TTA realice la conmutación, los elevadores puedan continuar su operación o bien abrirse automáticamente en el siguiente nivel disponible.
- Iluminación de emergencia, incluyendo luminarias autónomas y circuitos centralizados conectados al TEE, ubicados en escaleras, pasillos, salidas de emergencia, estacionamientos y accesos peatonales. Su activación inmediata permitirá la evacuación segura de los ocupantes durante eventos de emergencia.

El TEE será alimentado a nivel de tensión 480 V para asegurar el arranque eficiente de motores de alta potencia, como bombas trifásicas y sistemas electromecánicos de gran demanda. A través de transformadores secundarios, se podrá reducir el voltaje a 220/127 V cuando sea necesario para equipos de baja tensión.

El sistema se completará con:

- Coordinación de protecciones selectiva, que permita identificar y aislar fallas sin comprometer otras cargas críticas.
- Alimentadores calculados conforme al Anexo 9.3 de la NOM-001-SEDE-2012, considerando factores de demanda, agrupamiento y temperatura ambiente.
- Sistema de puesta a tierra común, que asegure la operación segura de todo el sistema, especialmente durante la conmutación entre fuentes.

Esta configuración puede consultarse en el Diagrama Unifilar 3, donde se representan las rutas de alimentación, el TTA, la planta de emergencia, el TEE y las cargas críticas, incluyendo interruptores de protección, transformadores y canalizaciones.

4.3.4 Tablero Sub-general de Emergencia 220/127V.

Dentro de los alcances del presente proyecto se contemplan cargas del tipo especial, las cuales presentan requerimientos específicos tanto en materia de protección eléctrica como en la calidad del suministro. Estas cargas no solo deberán estar debidamente protegidas contra fallas como cortocircuitos y sobrecargas térmicas, sino también ante sobretensiones transitorias, incluyendo aquellas de origen atmosférico (como las causadas por descargas eléctricas) o de maniobra (producidas por la conexión o desconexión de equipos en la red eléctrica), que pudieran afectar su funcionamiento o poner en riesgo su integridad.

Tal como se abordará en el capítulo correspondiente a la coordinación de protecciones, se utilizarán dispositivos adecuados que garanticen la selectividad, sensibilidad y tiempos de despeje apropiados para este tipo de equipos, minimizando así la afectación en caso de una falla eléctrica.

Adicionalmente, este tipo de cargas requiere condiciones estrictas en cuanto a la estabilidad del voltaje. Es decir, su correcto funcionamiento depende de un suministro eléctrico continuo y regulado, sin fluctuaciones importantes de tensión. Esto es especialmente crítico en equipos que deben operar de forma ininterrumpida y segura, tales como los sistemas de videovigilancia, los dispositivos de monitoreo, y los equipos de control de accesos y seguridad. Como se indicó en el subcapítulo anterior, estos equipos están clasificados como salidas o contactos especiales, lo cual implica un tratamiento diferenciado en cuanto al diseño de su alimentación eléctrica.

Para garantizar el buen desempeño de estos sistemas, se instalará una fuente regulada de energía, ya sea mediante reguladores electrónicos, transformadores con regulación de voltaje, según la sensibilidad de la carga conectada y la criticidad del sistema que se alimente.

Asimismo, en este tablero se concentrarán otras cargas críticas que, por su naturaleza operativa, no pueden estar expuestas a interrupciones prolongadas o a variaciones de tensión. Tal es el caso del Centro de Control de Motores (CCM), el cual gestionará el funcionamiento de motores y equipos asociados al sistema de ventilación y recirculación de aire en los niveles de estacionamiento, así como de los sistemas de extracción forzada.

También se contempla la conexión de las bombas de cárcamo, que forman parte de los sistemas hidráulicos encargados del drenaje sanitario y pluvial del edificio. Estas bombas operan desde niveles inferiores al drenaje municipal y, por lo tanto, requieren de un sistema de bombeo confiable que asegure la evacuación de aguas residuales y pluviales, evitando inundaciones o acumulaciones que puedan generar daños estructurales, afectaciones sanitarias o interrupciones operativas.

4.4 Selección del conductor, cálculo de la corriente y caída de tensión para tablero principales y derivados.

4.4.1 Tableros principales.

En este caso, se realizará el cálculo de los conductores del tablero principal que alimentará a todos los tableros de las áreas comunes y del cual se derivará el tablero e transferencia como el transformador tipo seco para los equipos normales. Para ello, se considerará el total de la carga instalada correspondiente a dichas áreas, conforme a lo revisado en este capítulo. El cálculo se efectuará tomando como base la suma de las cargas previstas en las áreas comunes

Carga total de áreas comunes:

$$kW_{instalada} = 96.717 \text{ kW}$$

Potencia aparente:

$$kVA_{instalada} = \frac{kW}{f.p.} = \frac{96.717 \text{ kW}}{0.9} = 107.464 \text{ kVA}$$

Corriente nominal:

$$I_{nom} = \frac{kW}{\sqrt{3} * V * f.p.} = \frac{96.717 \text{ kW}}{\sqrt{3} * 480 \text{ V} * 0.9} = 129.26 \text{ A}$$

Por las cargas conectadas se considerarán como carga continua de tal manera que tendremos un factor del 80% que aumentara la capacidad requerida.

$$I_{dem} = I_{nom} * F.D = 129.26 \text{ A} * 0.8 = 103.41 \text{ A}$$

Con base en a la corriente de demanda seleccionamos el conductor a partir de la Tabla 310-15(b)(16), selecciono el conductor de 250 KCMIL XHHW, por lo cual de la columna de aluminio a 90°C tenemos una corriente.

$$I_c = 230 \text{ A}$$

Realizamos las correcciones por factor de temperatura, con la ubicación en el norte de México tenemos que la temperatura promedio es de 40° con lo cual a partir de la Tabla 310-15(b)(2) (a) en la columna de 75°C.

$$ft = 0.88$$

Realizamos las correcciones por factor de agrupamiento con lo cual a partir de la Tabla 310-15(b)(3) (a) para un sistema trifásico a 4 hilos tenemos.

$$fag = 0.8$$

Calculamos la corriente de conductor:

$$I_{con} = I_c * ft * fag$$

$$I_{con} = 230A * 0.88 * 0.8 = 146.89A$$

$$I_{con} \gg I_{dem}$$

La distancia que se tendrá desde medidor que sale del transformador hacia el tablero general serán de:

$$distancia = 15m$$

Con base en a la Tabla 9 de la NOM-001-SEDE-2012 consideramos los parámetros de resistencia y reactancia para conductores 1/0 AWG de aluminio tenemos que:

$$X = 0.135 (\Omega/km), R = 0.279 (\Omega/km)$$

$$\%e = \sqrt{3} * 15m * \frac{\left(\frac{129.26A}{1}\right) * (0.279 * \cos(25.841^\circ) + 0.135 * \sin(25.481^\circ))}{10x480V}$$

$$\%e = 0.213$$

Calculamos la corriente de protección para los termo magnético:

$$I_{pro} = I_{dem} * 1.25 = 103.41A * 1.25 = 129.2625$$

Con base en a el artículo 240-6 de la NOM-001-SEDE-2012 y las consideraciones que se plantea una ampliación de cargadores eléctricos se considera:

$$ITM = 160A$$

Se seleccionará el conductor de puesta a tierra a partir de la Tabla 250-66 tenemos un conductor del calibre

$$CPT=4AWG$$

Selección la canalización que para el caso será de PVC pesado se realizará el cálculo del diámetro exterior de los conductores:

Diámetro Exterior cal 250 kCMIL: $14.6\text{mm} + 5\% = 15.33\text{mm}$, Área = $184.57\text{mm}^2 \times 1 = 184.57\text{mm}^2$

Diámetro Exterior cal 4AWG: $7.4\text{ mm} + 5\% = 7.77\text{ mm}$, Área = 47.41 mm^2

Área total de los conductores: 231.9867 mm^2

Seleccionamos una canalización de 78mm, 3"

4.4.2 Tableros derivados contactos alumbrado y aire acondicionado.

De los tableros derivados que se instalarán en cada piso del edificio, los cuales serán para la distribución de la carga, como vimos en el capítulo anterior, seleccionaremos el más lejano, que sería el tablero AC que está en el nivel 11 del edificio.

Carga total de áreas comunes:

$$kW_{instalada} = 4.549\text{ kW}$$

Potencia aparente:

$$kVA_{instalada} = \frac{kW}{f.p.} = \frac{4.549kW}{0.9} = 107.464kVA$$

Corriente nominal:

$$I_{nom} = \frac{kW}{\sqrt{3} * V * f.p.} = \frac{4.549kW}{\sqrt{3} * 220V * 0.9} = 22.98A$$

Factor de demanda de 1.0

$$I_{dem} = I_{nom} * F.D = 22.98A * 1 = 22.98A$$

En base a la corriente de demanda seleccionamos el conductor a partir de la Tabla 310-15(b)(16), selecciono el conductor de 2 AWG XHHW, por lo cual de la columna de aluminio a 70°C tenemos una corriente.

$$I_c = 90A$$

Realizamos las correcciones por factor de temperatura, con la ubicación en el norte de México tenemos que la temperatura promedio es de 40° con lo cual a partir de la Tabla 310-15(b)(2) (a) en la columna de 75°C.

$$ft = 0.82$$

Realizamos las correcciones por factor de agrupamiento con lo cual a partir de la Tabla 310-15(b)(3) (a) para un sistema trifásico a 4 hilos tenemos.

$$fag = 1$$

Calculamos la corriente de conductor:

$$I_{con} = I_c * ft * fag$$

$$I_{con} = 90A * 0.82 * 1 = 73.8A$$

$$I_{con} \gg I_{dem}$$

La distancia que se tendrá desde medidor que sale del transformador hacia el tablero general serán de:

$$distancia = 82m$$

En base a la Tabla 9 de la NOM-001-2012 consideramos los parámetros de resistencia y reactancia para conductores 1/0 AWG de aluminio tenemos que:

$$X = 0.148(\Omega/km), R = 1.05(\Omega/km)$$

$$\%e = \sqrt{3} * 82m * \frac{\left(\frac{22.98A}{1}\right) * (1.05 * \cos(25.841^\circ) + 0.148 * \sin(25.481^\circ))}{10x220V}$$

$$\%e = 1.4964$$

Calculamos la corriente de protección para los termo magnético:

$$I_{pro} = I_{dem} * 1.25 = 22.98A * 1.25 = 28.725A$$

Con base en el artículo 240-6 de la NOM-001-SEDE-2012 y las consideraciones que se plantea una ampliación de cargadores eléctricos se considera:

$$ITM = 40A$$

Se seleccionará el conductor de puesta a tierra a partir de la Tabla 250-66 tenemos un conductor del calibre

$$CPT=8AWG$$

Selección la canalización que para el caso será de PVC pesado se realizará el cálculo del diámetro exterior de los conductores:

$$\text{Diámetro Exterior cal 2AWG: } 7.4 \text{ mm} + 5\% = 7.77\text{mm}, \text{Área} = 47.41\text{mm}^2$$

$$\text{Diámetro Exterior cal 8AWG: } 3.71 \text{ mm} + 5\% = 3.8955\text{mm}, \text{Área} = 11.9183 \text{ mm}^2$$

$$\text{Área total de los conductores: } 59.3283\text{mm}^2$$

Seleccionamos una canalización de 35mm 1 1/4"

4.4.3 Tablero centro de control de motores.

En los estacionamientos contara con un sistema de recirculador de aire el cual contara con 3 motores como vemos en la tabla:

Tabla 4.4 Equipos de recirculadores de aire de estacionamiento.

Equipos	Cantidad	Potencia (W)	Potencia total (W)
RECIRCULADOR	3	753	2,259.00
MOTOR DE INYECCION	1	1164	1,164

Como podemos ver en la tabla se realizará el dimensionamiento del alimentador principal para el CCM de tal manera que los motores de recirculadores serán monofásicos a 220V y el motor de inyección será trifásico a 220V.

En base a la tabla tenemos que la suma total de los motores es:

$$P_{cm} = 3,423W$$

La potencia aparente es:

$$S_{cm} = 3,803 VA$$

Con base en a la tabla 430-250 y un voltaje trifásico de 480V tenemos la corriente para un motor:

$$I_{motor} = 11A$$

Para el equipo hidroneumático triplex es necesario 2 motores por lo cual para el cálculo de corriente nominal se ocupará la siguiente formula:

$$I_{nom} = ((I_{motor\ max} * 1.25) + I_{motor})$$

$$I_{nom} = ((11A * 1.25) + 11A) = 24.75A$$

Se considera un factor de demanda 1.25 para motores.

$$I_{dem} = I_{nom} * 1.25 = 24.75A * 1.25 = 30.9375A$$

$$P_{dem} = P_{HTX} * 1.25 = 11,200\ W * 1.25 = 14000W$$

$$VA_{dem} = VA_{instalada} * 1.25 = 12444.4VA * 1.25 = 15305.5VA$$

Con base en a la Tabla 310-15(b)(16), selecciono el conductor de 8 AWG THHW, por lo cual de la columna de cobre a 75°C tenemos una corriente.

$$I_{c1} = 50A$$

Realizamos las correcciones por factor de temperatura, con la ubicación en el norte de México tenemos que la temperatura promedio es de 40° con lo cual a partir de la Tabla 310-15(b)(2) (a) en la columna de 75°C.

$$ft = 0.82$$

Realizamos las correcciones por factor de agrupamiento con lo cual a partir de la Tabla 310-15(b)(3) (a) para un sistema trifásico a 4 hilos tenemos.

$$fag = 0.8$$

Calculamos la corriente de conductor:

$$I_{con} = I_c * ft * fag$$

$$I_{con} = 50A * 0.82 * 0.8 = 32.8A$$

$$I_{con} \gg I_{dem}$$

Se realizará el cálculo del cuarto eléctrico a los motores ubicados en el sótano.

$$distancia = 30m$$

Para calcular la caída de tensión tenemos la siguiente formula:

$$\%e = \sqrt{3} * L * \frac{\left(\frac{I_n}{NPC}\right) * (R * \cos(\phi) + X * \sin(\phi))}{10xV}$$

Para los parámetros de resistencia y reactancia para conductores 8 AWG de aluminio tenemos que:

X = 0.171(Ω/km), R = 1.61(Ω/km)

$$\%e = \sqrt{3} * 30m * \frac{\left(\frac{24.75A}{1}\right) * (1.61 * \cos(25.841^\circ) + 0.171 * \sin(25.841^\circ))}{10x480V}$$

$$\%e = 0.4079$$

Calculamos la corriente de protección para los termo magnético:

$$I_{pro} = I_{nom} * 1.25 = 17.17 * 1.25 = 21.4625A$$

Para el cálculo de la protección se considera la especificación NFPA 270-HB-2017 el artículo 430. Especifica la siguiente fórmula para el cálculo de la proyección.

$$I_{pro} = ((I_{nom\ motor} * 2.5) + I_{motor})$$

$$I_{pro} = ((11A * 2.5) + 11A) = 38.5A$$

Para considerar el interruptor termomagnético se considera el valor inferior de la corriente de protección:

$$ITM = 30A$$

Se seleccionará el conductor de puesta a tierra a partir de la Tabla 250-122 tenemos un conductor del calibre

$$CPT = 10A$$

Selección la canalización que para el caso será de PVC pesado se realizará el cálculo del diámetro exterior de los conductores:

Diámetro Exterior cal 8 AWG: 5.5 mm + 5% = 5.775mm, Área = 26.19 mm² x 3 = 78.57mm²

Diámetro Exterior cal 10 AWG: 4.5 mm + 5% = 4.725mm, Área = 15.52 mm² x 1 = 15.52mm²

$$\text{Área total de los conductores: } 94.098\text{mm}^2$$

Seleccionamos una canalización de 27 mm 1”

4.5 Coordinación de protecciones de los tableros de distribución normales y de emergencia.

Dentro de los aspectos más importantes en el diseño de instalaciones eléctricas se encuentra la protección de los sistemas y equipos, ya que esta garantiza tanto la seguridad de las personas como la integridad de la infraestructura eléctrica. Este tema constituye un eje central del diseño, pues de él dependen la continuidad operativa, la confiabilidad del sistema y la prevención de fallas mayores.

Una vez definida la selección de equipos eléctricos, se procederá al análisis y coordinación de protecciones, lo cual implica establecer dispositivos de protección adecuados que respondan selectivamente ante diferentes tipos de fallas. Esta coordinación busca asegurar que, ante una condición anómala, solo el elemento más cercano y directamente afectado interrumpa el servicio, evitando así desconexiones innecesarias de otras partes del sistema.

Como punto de partida para este análisis, se realizará un estudio de cortocircuito, el cual se desarrolla con base en las condiciones de carga, características de los equipos y parámetros de la red, y cuya metodología se abordó en el capítulo correspondiente. Este estudio permitirá conocer las corrientes máximas de falla que podrían presentarse en el sistema, y con base en estos valores se realizará la selección y dimensionamiento de los interruptores termomagnéticos y fusibles, asegurando que cada uno cuente con la capacidad de interrupción adecuada. Además, se verificará que estos dispositivos operen de manera selectiva y coordinada para aislar únicamente la parte afectada de la instalación, garantizando así la protección eficaz del sistema eléctrico y la continuidad operativa del resto de las cargas.

4.5.1 Selecciones de interruptores termomagnético-principales.

El principal equipo de protección que se utilizará en el presente proyecto serán los interruptores termomagnéticos, cuya función es salvaguardar tanto a los equipos como a los conductores frente a condiciones de sobrecarga y cortocircuito. La selección adecuada de estos dispositivos dependerá fundamentalmente de dos valores de corriente:

1. La corriente nominal del circuito o equipo a proteger, que define el valor continuo que el interruptor debe soportar sin dispararse.

2. El valor máximo de corriente de cortocircuito calculado en el punto de instalación, el cual representa la corriente de falla más crítica en el sistema, determinada a partir del estudio de cortocircuito, como se detalló en el capítulo correspondiente.

Con base en estos valores, se garantiza que el interruptor cuente con la capacidad de interrupción adecuada para operar de manera segura, rápida y eficaz en caso de falla, minimizando riesgos para las personas e instalaciones.

El interruptor termomagnético es un dispositivo de protección electromecánico utilizado en instalaciones eléctricas de baja tensión para interrumpir automáticamente el suministro eléctrico cuando se detectan condiciones anormales como sobrecargas o cortocircuitos. Su objetivo principal es proteger a los conductores, equipos eléctricos y a las personas ante fallas eléctricas, asegurando la continuidad operativa del sistema y evitando daños mayores.

Este dispositivo combina dos mecanismos de protección integrados en una sola unidad:

1. Mecanismo térmico (protección contra sobrecarga):
Utiliza una lámina bimetálica que, al calentarse por el paso prolongado de una corriente mayor a la nominal del circuito, se deforma y acciona el disparo del interruptor. Este proceso no es instantáneo, ya que permite tolerar ciertos picos normales, pero sí actúa cuando la sobrecarga es sostenida, lo que podría generar un sobrecalentamiento en los conductores.
2. Mecanismo magnético (protección contra cortocircuito):
Se activa mediante una bobina electromagnética que responde instantáneamente a un aumento súbito de corriente (normalmente 5 a 10 veces la corriente nominal del interruptor). Esta actuación rápida es vital para limitar la energía de falla, evitar daños mecánicos o térmicos a los componentes del sistema y reducir el riesgo de incendio o electrocución.

De acuerdo con la NOM-001-SEDE-2012, los interruptores termomagnéticos deben seleccionarse conforme a la capacidad de conducción de los conductores, el tipo de carga, la tensión del sistema, y la capacidad de interrupción basada en el valor máximo de cortocircuito determinado mediante análisis.

La norma NMX-J-118/1-ANCE-2012, equivalente a la IEC 60898-1, establece los requisitos técnicos mínimos que deben cumplir estos dispositivos, incluyendo:

- Corriente nominal (I_n): Generalmente entre 6 A y 125 A.
- Tensión nominal (V_n): Normalmente 240 V o 277/480 V para aplicaciones industriales.

- Capacidad interruptiva: Por ejemplo, 3 kA, 6 kA, 10 kA o mayores, en función del nivel de falla calculado.
- Número de polos: 1P, 2P, 3P o 4P, dependiendo del tipo de alimentación (monofásica, bifásica o trifásica).
- Curva de disparo: Tipos B, C y D, que definen el comportamiento del disparo magnético según el tipo de carga.

4.5.2 Interruptores termo magnéticos principales y derivados.

Con base en la disposición y función de cada tablero eléctrico dentro del sistema, se han definido tres configuraciones principales para la instalación de Interruptores Termomagnéticos (ITM) o puntos de acometida. Estas configuraciones se describen a continuación:

1. Interruptor Principal

Se considera la instalación de un interruptor principal en un tablero cuando se cumplen una o más de las siguientes condiciones:

- El tablero alimenta a múltiples circuitos derivados, por lo que se requiere un punto único de desconexión.
- Se desea o se requiere cumplir con la función de seccionamiento general del tablero.
- El tablero recibe alimentación directamente, es decir, no proviene como derivación desde otro tablero.
- Es obligatorio según la NOM-001-SEDE-2012, por ejemplo:
 - Cuando el tablero contiene más de seis interruptores derivados (Regla de los 6 interruptores).
 - En instalaciones accesibles al público o de uso multifamiliar.

Esta configuración permite cumplir con los requerimientos normativos de seguridad, facilita el mantenimiento y proporciona un control centralizado de las cargas conectadas.

Aplicación típica:

- ❖ Tableros generales de distribución.
- ❖ Tableros principales en edificaciones.

- ❖ Centros de carga con múltiples ramales.

2. Zapatas Principales

Se emplean zapatas principales (sin interruptor principal local) en un tablero cuando:

- El tablero recibe alimentación desde un interruptor principal ubicado en otro tablero, generalmente desde un tablero general o TGE.
- Solo se requiere un punto de conexión para los conductores de acometida, sin necesidad de seccionamiento o protección local.
- El tablero cumple funciones de distribución secundaria o tablero de paso, sin cargas propias significativas.
- Forma parte de un sistema en el que ya existe un único interruptor general aguas arriba, que protege el circuito de alimentación.

Esta disposición es adecuada cuando se desea optimizar espacio, reducir costos o se opera bajo una lógica de protección centralizada.

Aplicación típica:

- Sub-tableros en centros de carga secundarios.
- Tableros de distribución de piso.
- Tableros sin maniobra o mantenimiento frecuente.

3. Alimentación Derivada desde Otro Tablero

Un tablero se considera alimentado por derivación cuando:

- Su alimentación proviene de un circuito derivado protegido por un interruptor instalado en otro tablero.
- Puede contar con su propio interruptor general local (para seccionamiento y mantenimiento), o solo con zapatas si se asume que la protección está totalmente garantizada en el tablero de origen.
- Es común en sistemas donde se distribuyen cargas específicas a través de tableros autónomos o funcionales.

Esta modalidad permite segmentar cargas por uso o ubicación, manteniendo independencia operativa en tableros secundarios.

5 ESTUDIO DE CORTOCIRCUITO

Este documento presenta el análisis de cortocircuito en el sistema de distribución eléctrico de baja tensión del proyecto. Su objetivo es garantizar la selección y coordinación eficiente de los dispositivos de protección para asegurar la seguridad y confiabilidad del sistema. Se consideran las contribuciones de corriente de cortocircuito provenientes de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y de los motores instalados en el sistema, principalmente las bombas del equipo hidroneumático.

El análisis sigue los estándares ANSI/IEEE y se lleva a cabo mediante el software ETAP, permitiendo la evaluación de dispositivos de protección y el cálculo de corrientes de falla en distintos escenarios operativos. Este estudio considera la contribución de corriente de falla en diferentes períodos de tiempo, desde la respuesta momentánea hasta el estado estable.

A continuación, se describen las condiciones generales del sistema y los criterios utilizados para la determinación de los valores de corriente de falla y la selección de los dispositivos de protección.

a. El sistema de distribución eléctrico opera en baja tensión y tiene como principal fuente de corriente de cortocircuito la red de la compañía suministradora CFE.

b. Para fines prácticos, se considera la contribución de motores en la corriente de cortocircuito en un punto de falla, destacando las bombas del equipo hidroneumático como principales aportantes.

c. Se identifican distintos escenarios de operación, seleccionando aquel que presenta los valores más altos de corriente de cortocircuito simétrica y asimétrica, así como el mayor grado de asimetría de la corriente de falla. Este escenario se emplea como referencia para definir las características nominales de cortocircuito de los dispositivos de protección.

d. Para los cálculos, se adopta el modelo de "bus infinito", asumiendo que la mayor aportación de corriente de falla proviene de la compañía suministradora. La simulación se realiza una vez obtenidos los datos de cortocircuito de CFE. e. Se considera la contribución de corriente de falla en redes de 1/2 ciclo, 4 ciclos y 30 ciclos, permitiendo la determinación de la corriente de falla a tierra utilizada en el análisis y en el diseño de la malla de tierras.

f. Se determinan los valores de corriente de falla en los buses de los tableros de distribución general, incluyendo los que alimentan concentraciones de medidores, el tablero de distribución general de áreas comunes y el de distribución de emergencia de áreas comunes. Se analizan los siguientes tipos de fallas:

- Falla trifásica.
- Falla de una fase a tierra.
- Falla monofásica entre dos fases.
- Falla de dos fases a tierra.

g. Los dispositivos de protección seleccionados son interruptores de caja moldeada con unidad de disparo electrónica o termomagnética, diseñados y probados según los estándares ANSI/IEEE, NEMA y UL. Dado que las corrientes de falla son relativamente bajas, estos dispositivos pueden coordinarse de manera selectiva tanto para sobrecarga como para cortocircuito.

5.1 Estudio para transformadores en conexión de anillo.

Durante el desarrollo de la tesis se considerarán, para los transformadores de las oficinas TR-1 al TR-4, valores de voltaje de **13.8 kV** en media tensión y **220/127 V** en baja tensión, así como los valores de potencia indicados en la tabla correspondiente.

Para el estudio de cortocircuito, se toma en cuenta la **ubicación geográfica del edificio de oficinas**, el cual se encuentra en **Ciudad Juárez, Chihuahua**. Con base en a la especificación de CFE “Valores de Corto Circuito de las Redes Generales de Distribución 2026”, se selecciona la subestación más cercana a dicha ubicación: la **subestación "ORIENTE XXI"**, como se muestra en la figura.

Con estos valores se establecerán los parámetros de entrada necesarios para la **acometida eléctrica** en el software **ETAP**, con el fin de realizar el análisis correspondiente.

Valores de corto circuito de media tensión en las RGD, correspondientes al año 2026																
División de Distribución Norte																
Número	Zona	Arriero	Subestación	Banco	Tensión AT (KV)	Tensión MT (KV)	Capacidad en MVA	Corriente de corto circuito (kA), y relación X/R								
								Mes de CC mesero 2024			Mes de CC mesero 2026					
								SP	204	19	204	19	204			
170	Norte	Juárez	DS-CUA-115	CHAVESIA	DS-CUA-115-1	115	13.8	30	7.775	15.418	7.962	16.621	7.854	16.937	8.546	17.363
171	Norte	Juárez	DS-CLG-115	COLEGIO	DS-CLG-115-1	115	13.8	30	6.189	15.129	6.391	16.390	6.325	16.684	8.497	17.175
172	Norte	Juárez	DS-CLG-115	COLEGIO	DS-CLG-115-2	115	13.8	30	7.826	15.294	8.011	16.624	7.851	16.816	8.699	17.719
173	Norte	Juárez	DS-CAM-115	CONCEJOS MEDANOS	DS-CAM-115-1	115	13.8	30	2.458	13.449	2.554	14.953	2.493	14.589	2.989	15.558
174	Norte	Juárez	DS-CUE-115	CUESTA	DS-CUE-115-2	115	13.8	30	8.161	14.991	8.362	16.279	8.237	16.816	8.494	17.518
175	Norte	Juárez	DS-CUE-115	CUESTA	DS-CUE-115-1	115	13.8	30	7.977	15.089	8.166	16.363	8.116	16.693	8.255	17.166
176	Norte	Juárez	DS-DUN-115	DUNAS	DS-DUN-115-1	115	13.8	9.375	3.222	13.927	3.331	15.376	3.248	14.489	3.548	15.165
177	Norte	Juárez	DS-FTS-115	FUENTES	DS-FTS-115-2	115	13.8	30	7.872	14.341	8.105	15.736	7.866	15.684	8.169	17.049
178	Norte	Juárez	DS-FTS-115	FUENTES	DS-FTS-115-1	115	13.8	30	7.532	14.518	7.741	15.886	7.648	15.834	8.025	17.265
179	Norte	Juárez	DS-GAV-115	GAVILAN	DS-GAV-115-1	115	34.5	20	1.592	7.966	1.723	18.264	1.599	18.026	17.141	8.417
180	Norte	Juárez	DS-GEM-115	GEMINIS	DS-GEM-115-1	115	13.8	30	7.959	14.877	8.166	16.134	8.086	16.141	8.255	17.166
181	Norte	Juárez	DS-GRU-115	GRANUERO	DS-GRU-115-2	115	13.8	30	6.692	14.833	6.926	16.143	6.836	16.437	8.058	17.166
182	Norte	Juárez	DS-GRU-115	GRANUERO	DS-GRU-115-1	115	13.8	30	6.875	15.673	7.024	16.630	6.871	17.076	8.169	17.518
183	Norte	Juárez	DS-IND-115	INDUSTRIAL JUAREZ	DS-IND-115-3	115	13.8	30	8.151	15.342	8.336	16.565	8.293	16.937	8.497	17.518
184	Norte	Juárez	DS-IND-115	INDUSTRIAL JUAREZ	DS-IND-115-2	115	13.8	30	8.149	15.343	8.333	16.567	8.288	16.939	8.497	17.518
185	Norte	Juárez	DS-INS-115	INSURGENTES	DS-INS-115-2	115	13.8	30	8.426	15.380	8.594	16.593	8.544	17.576	8.693	18.333
186	Norte	Juárez	DS-INS-115	INSURGENTES	DS-INS-115-1	115	13.8	30	8.940	16.024	9.212	17.104	8.170	17.670	8.363	18.333
187	Norte	Juárez	DS-LAG-115	LAGOS	DS-LAG-115-1	115	13.8	30	7.902	14.949	8.093	16.246	8.032	16.464	8.174	17.475
188	Norte	Juárez	DS-LAG-115	LAGOS	DS-LAG-115-2	115	13.8	30	7.493	15.151	7.654	16.413	7.599	16.622	7.735	17.166
189	Norte	Juárez	DS-CUA-115	LAS CUATAS	DS-CUA-115-1	115	34.5	20	1.746	13.320	1.867	14.668	1.758	13.711	1.957	15.165
190	Norte	Juárez	DS-LTD-115	LIBERTAD	DS-LTD-115-1	115	13.8	30	7.471	15.040	7.593	16.327	7.530	16.476	7.674	17.166
191	Norte	Juárez	DS-LTD-115	LIBERTAD	DS-LTD-115-2	115	13.8	30	7.391	15.061	7.565	16.338	7.508	16.487	7.646	17.166
192	Norte	Juárez	DS-MED-115	MEDANOS	DS-MED-115-2	115	13.8	30	7.961	15.077	8.199	16.335	8.090	16.585	8.265	17.166
193	Norte	Juárez	DS-MED-115	MEDANOS	DS-MED-115-1	115	13.8	30	7.961	15.077	8.199	16.335	8.090	16.585	8.265	17.166
194	Norte	Juárez	DS-MCZ-115	MOCTEZUMA	DS-MCZ-115-1	115	34.5	20	3.293	17.555	3.381	18.253	3.328	18.968	3.412	17.166
195	Norte	Juárez	DS-MCZ-115	MOCTEZUMA	DS-MCZ-115-2	115	34.5	20	3.189	16.761	3.273	16.898	3.254	16.297	3.236	17.166
196	Norte	Juárez	DS-OTV-115	ORIENTE XXI	DS-OTV-115-1	115	13.8	30	7.885	15.963	7.985	16.767	7.805	17.112	7.963	17.166
197	Norte	Juárez	DS-PGE-115	PARQUE	DS-PGE-115-1	115	13.8	30	7.886	15.962	8.044	17.028	8.025	17.392	8.139	17.166
198	Norte	Juárez	DS-PGE-115	PARQUE	DS-PGE-115-2	115	13.8	30	7.577	16.050	7.722	17.129	7.704	17.832	8.474	17.166
199	Norte	Juárez	DS-PAT-115	PATRIA	DS-PAT-115-1	115	13.8	30	7.845	14.951	8.063	16.237	7.869	16.411	8.193	17.166
200	Norte	Juárez	DS-PAT-115	PATRIA	DS-PAT-115-2	115	13.8	30	7.814	14.965	8.032	16.249	7.838	16.422	8.118	17.166
201	Norte	Juárez	DS-PRR-115	PORVENIR	DS-PRR-115-1	115	13.8	6.214	3.578	13.339	3.636	14.865	3.583	13.563	1.846	17.166

Figura 5.1 Valores de corto circuito subestación ORIENTE XXI.

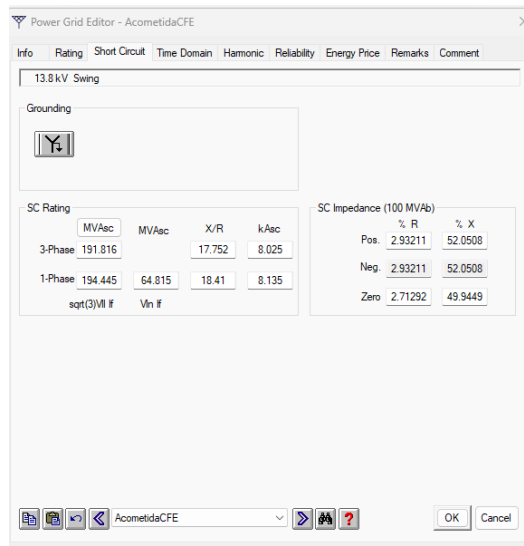


Figura 5.2 Configuración de parámetros de la acometida en ETAP.

Para la simulación de los transformadores no basaremos en el dimensionamiento previamente realizados y podemos ver en la tabla y se configurara en base a los valores típicos para los transformadores y que nos proporcionan en el software de ETAP y asi para los demas transformadores planteados.

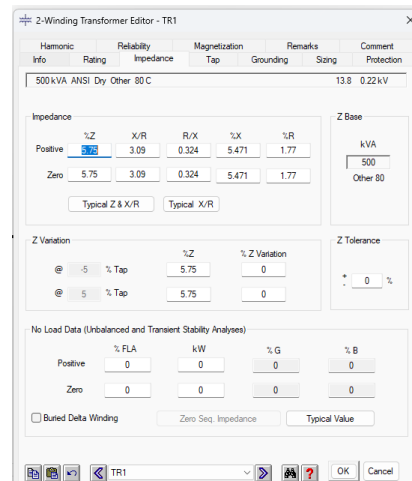
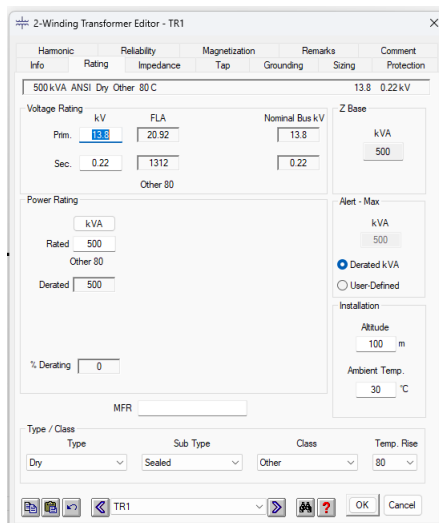


Figura 5.3 Valores del TR-1 tipo seco de 500KVA. Figura 5.4 Valores típicos de impedancia de TR-1.

para los valores de carga se considerar los valores de potencia calculados en el dimensionamiento de medidores planteados en capítulos anteriores y podemos ver en las tablas.

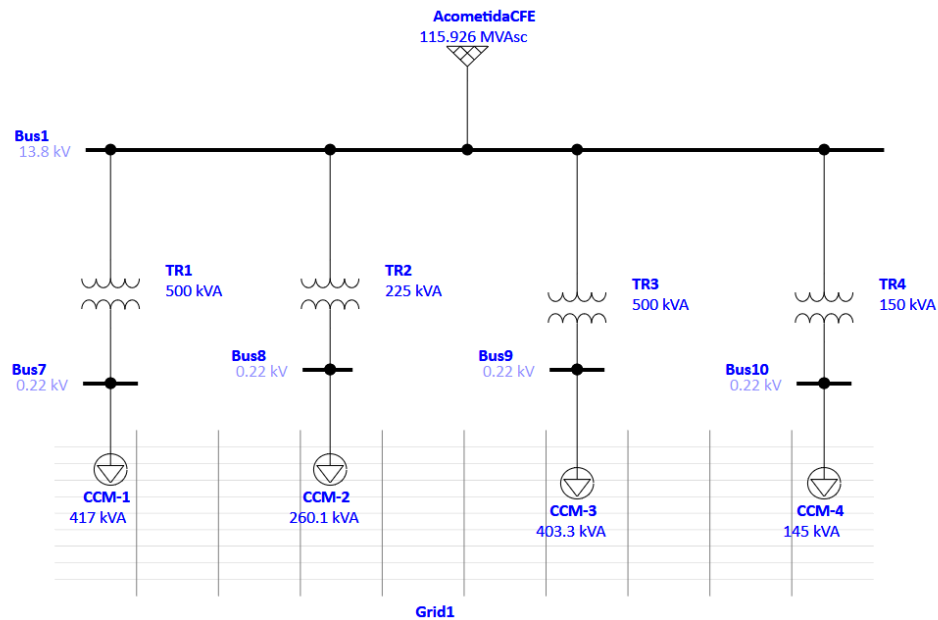


Figura 5.5 Esquemático de la simulación en ETAP.

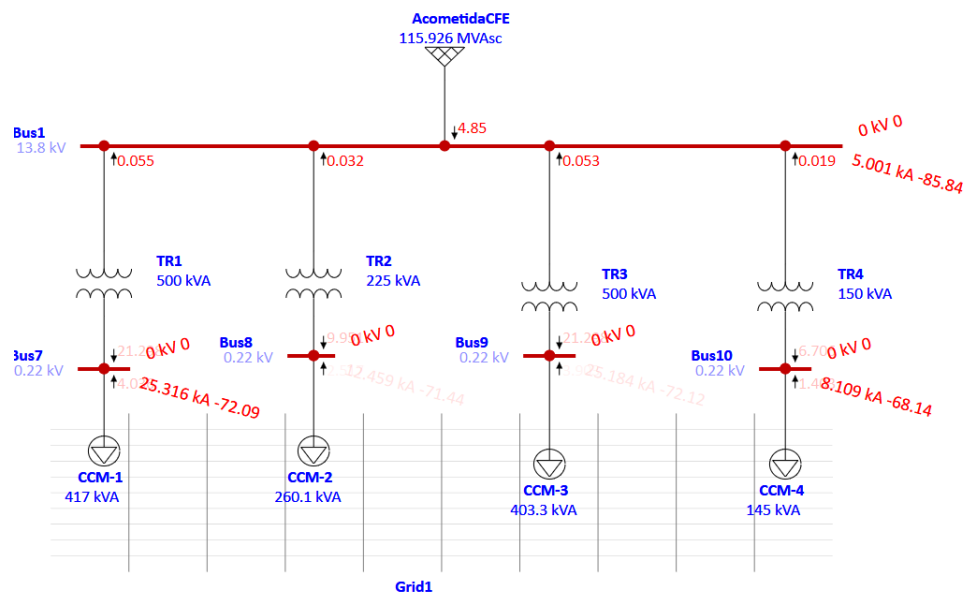


Figura 5.6 Corrida de corto circuito en ETAP.

Por lo cual obtenemos los valores de corriente de corto circuito del lado de alta y baja de los transformadores.

Figura 5.7 Corriente de corto circuitos de los transformadores.

V=13.8(KV)	
TRANSFORMADOR	I _{cc} (kA)
TR-1	4.85
TR-2	4.85
TR-3	4.85
TR-4	4.85
V=220/127(V)	
TRANSFORMADOR	I _{cc} (kA)
TR-1	21.22
TR-2	9.95
TR-3	21.22
TR-4	6.7

6 CONCLUSIONES

El diseño y análisis de una instalación eléctrica en edificaciones, como en el caso de un edificio de oficinas, exige una planificación integral que asegure la eficiencia energética, la seguridad de los usuarios y el cumplimiento estricto de la normativa vigente. En este trabajo se abordaron aspectos clave como el dimensionamiento de equipos eléctricos, la correcta selección de conductores y la adecuada distribución de los circuitos, todo ello con base en la carga prevista y en las necesidades funcionales de cada espacio del inmueble.

Uno de los puntos más relevantes en el desarrollo de la tesis fue el cálculo de las caídas de tensión en los circuitos alimentadores y derivados. Dicho análisis permitió garantizar que los niveles de voltaje en los puntos de consumo se mantuvieran dentro de los márgenes permitidos por la normativa, asegurando así el correcto funcionamiento de los equipos, evitando pérdidas energéticas innecesarias y reduciendo riesgos de sobrecalentamiento.

De igual forma, se consideraron los criterios establecidos por la NOM-001-SEDE-2012 y otras disposiciones complementarias aplicables a instalaciones eléctricas en México. Estas normas fueron esenciales para definir aspectos como la protección contra sobrecorriente, la capacidad de conducción de los conductores, la coordinación de protecciones y la implementación de medidas de seguridad, garantizando un sistema confiable y acorde con los lineamientos técnicos vigentes.

Otro elemento fundamental fue la adaptación del diseño a las características particulares de cada zona del edificio, entre ellas estacionamientos, pasillos, áreas administrativas, estancias, cubo de escaleras y zonas comunes. Esta consideración permitió desarrollar un sistema eléctrico flexible y funcional, adecuado a las necesidades específicas de cada espacio y con la posibilidad de responder a futuras ampliaciones o modificaciones.

En conclusión, la correcta aplicación de los cálculos eléctricos, el análisis riguroso de las instalaciones y el estricto apego a la normativa fueron factores determinantes para lograr una instalación eléctrica segura, eficiente y funcional. Este trabajo resalta la importancia de integrar criterios técnicos y normativos desde la fase de diseño, ya que ello no solo garantiza el cumplimiento regulatorio, sino que también contribuye a la reducción de los costos de instalación y mantenimiento, así como a la prolongación de la vida útil de los sistemas eléctricos en edificaciones modernas.

7 REFERENCIAS

- [1] Comisión Federal de Electricidad (CFE), *Preparación Eléctrica para el Suministro de Energía*, 2023. <https://www.cfe.mx/hogar/incliente/Documents/preparacionelectrica.pdf> (accedido 14 de mayo de 2023).
- [2] Norma Oficial Mexicana, *NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilización)*, 2012. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/512096/NOM-001-SEDE-2012.pdf> (accedido 14 de mayo de 2023).
- [3] Secretaría de Energía (SENER), *Programa para el Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2021-2035*, 30 de junio de 2021. [https://base.energia.gob.mx/dgaic/DA/P/SubsecretariaElectricidad/ConjuntosProyectosInversion/S ENER_07_ProgramaDesarrolloSistemaElectricoNacional2021-2035\(PRODESEN\).pdf](https://base.energia.gob.mx/dgaic/DA/P/SubsecretariaElectricidad/ConjuntosProyectosInversion/S ENER_07_ProgramaDesarrolloSistemaElectricoNacional2021-2035(PRODESEN).pdf) (accedido 14 de mayo de 2023).
- [4] Comisión Federal de Electricidad (CFE), *Especificaciones de Transformadores Tipo Pedestal Sumergidos en Aceite, Norma Tipo J y Tipo K*, CFE LAPEM. Documento técnico interno (consultado en proyectos CFE, acceso restringido).
- [5] Comisión Federal de Electricidad (CFE), *Norma de Distribución Subterránea*, Dirección de Distribución, CFE LAPEM, 2020. Documento técnico interno (acceso restringido).
- [6] Norma Oficial Mexicana, *NOM-007-ENER-2014, Eficiencia energética de transformadores de distribución en aceite*, 2014. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5371343&fecha=27/08/2014 (accedido 14 de mayo de 2023).
- [7] Comisión Federal de Electricidad (CFE), *Manual de Diseño de Redes de Distribución Subterránea en Media Tensión*, Dirección de Ingeniería, 2019. Documento técnico (acceso interno CFE).
- [8] International Electrotechnical Commission (IEC), *IEC 60947-7-1: Low-voltage switchgear and controlgear – Part 7-1: Ancillary equipment – Terminal blocks for copper conductors*, 2009. <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/15749/b8d44323ef0e41d6a805d4bfc53a74fb/IEC-60947-7-1-2009.pdf> (accedido 14 de mayo de 2023).
- [9] Comisión Federal de Electricidad (CFE), *Norma D5000-05: Transformadores tipo pedestal para distribución subterránea*, 2008. <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/pdfs/f/D5000-05.pdf> (accedido 14 de mayo de 2023)

8 ANEXOS TABLAS DE RESULTADOS.

8.1 Tabla de cálculos de carga estimada por nivel del edificio.

	Ubicación	Mts 2	Consumo KW Climas	KW iluminacion contactos	KW Totales Instalados	KW Demanda 100%	KW carga a contratar CFE	KVA Demanda
PLANTA BAJA	O103	195	13.2	8.775	21.975	21.975	22	24.4
	O104	200	13.2	9	22.2	22.2	22	24.6
	O105	180	14.4	8.1	22.5	22.5	23	25.0
	O106	190	15.6	8.55	24.15	24.15	24	26.8
	O107	120	16.8	5.4	22.2	22.2	22	24.6
	TOTALES	885	73.2	39.825	113.025	113.025	113	125.4
NIVEL 2	O204	255	16.8	11.475	28.275	28.275	29	31.4
	O205	125	8.4	5.625	14.025	14.025	14	15.6
	O206	125	8.4	5.625	14.025	14.025	14	15.6
	O207	125	8.4	5.625	14.025	14.025	14	15.6
	O208	125	8.4	5.625	14.025	14.025	14	15.6
	O209	150	9.6	6.75	16.35	16.35	17	18.1
	TOTALES	905	60	40.725	100.725	100.725	102	111.8
NIVEL 7	O701	50	3.6	2.5	6.1	6.1	6	6.8
	O702	45	3.6	2.25	5.85	5.85	6	6.5
	O703	30	2.4	1.5	3.9	3.9	4	4.3
	O704	30	2.4	1.5	3.9	3.9	4	4.3
	O705	30	2.4	1.5	3.9	3.9	4	4.3
	O706	30	2.4	1.5	3.9	3.9	4	4.3
	O707	35	2.4	1.75	4.15	4.15	4	4.6
	O708	35	2.4	1.75	4.15	4.15	4	4.6
	O709	30	2.4	1.5	3.9	3.9	4	4.3
	O710	45	3.6	2.25	5.85	5.85	6	6.5
	O711	55	3.6	2.75	6.35	6.35	7	7.0
	O712	30	2.4	1.5	3.9	3.9	4	4.3
	O713	55	3.6	2.75	6.35	6.35	7	7.0
	O714	45	3.6	2.25	5.85	5.85	6	6.5
	O715	30	3.6	1.5	5.1	5.1	5	5.7
	O716	20	3.6	1	4.6	4.6	5	5.1
	O717	20	3.6	1	4.6	4.6	5	5.1
	O718	20	3.6	1	4.6	4.6	5	5.1
	O719	30	3.6	1.5	5.1	5.1	5	5.7
	O720	30	3.6	1.5	5.1	5.1	5	5.7
	O721	20	3.6	1	4.6	4.6	5	5.1
	O722	30	3.6	1.5	5.1	5.1	5	5.7
	O723	30	3.6	1.5	5.1	5.1	5	5.7
	O724	30	3.6	1.5	5.1	5.1	5	5.7
	O725	45	3.6	2.25	5.85	5.85	6	6.5
	O726	50	3.6	2.5	6.1	6.1	6	6.8
	TOTALES	900	84	45	129	129	132	143.2

	Ubicación	Mts 2	Consumo KW Climas	KW iluminacion contactos	KW Totales Instalados	KW Demanda 100%	KW carga a contratar CFE	KVA Demanda
NIVEL 8	O801	35	1.2	1.75	2.95	2.95	3	3.3
	O802	20	1.2	1	2.2	2.2	2	2.4
	O803	50	3.6	2.5	6.1	6.1	6	6.8
	O804	45	2.4	2.25	4.65	4.65	5	5.2
	O805	30	3.6	1.5	5.1	5.1	5	5.7
	O806	30	2.4	1.5	3.9	3.9	4	4.3
	O807	30	2.4	1.5	3.9	3.9	4	4.3
	O808	30	2.4	1.5	3.9	3.9	4	4.3
	O809	35	2.4	1.75	4.15	4.15	4	4.6
	O810	35	2.4	1.75	4.15	4.15	4	4.6
	O811	30	2.4	1.5	3.9	3.9	4	4.3
	O812	45	2.4	2.25	4.65	4.65	5	5.2
	O813	55	3.6	2.75	6.35	6.35	7	7.0
	O814	25	2.4	1.25	3.65	3.65	4	4.1
	O815	55	3.6	2.75	6.35	6.35	7	7.0
	O816	45	3.6	2.25	5.85	5.85	6	6.5
	O817	30	3.6	1.5	5.1	5.1	5	5.7
	O818	20	3.6	1	4.6	4.6	5	5.1
	O819	20	3.6	1	4.6	4.6	5	5.1
	O820	20	3.6	1	4.6	4.6	5	5.1
	O821	30	3.6	1.5	5.1	5.1	5	5.7
	O822	30	3.6	1.5	5.1	5.1	5	5.7
	O823	20	3.6	1	4.6	4.6	5	5.1
	O824	20	3.6	1	4.6	4.6	5	5.1
	O825	20	3.6	1	4.6	4.6	5	5.1
	O826	20	3.6	1	4.6	4.6	5	5.1
	O827	45	2.4	2.25	4.65	4.65	5	5.2
	O828	50	3.6	2.5	6.1	6.1	6	6.8
	O829	20	3.6	1	4.6	4.6	5	5.1
	O830	20	3.6	1	4.6	4.6	5	5.1
	TOTALES	960	91.2	48	139.2	139.2	145	154.5

	Ubicación	Mts 2	Consumo KW Climas	KW iluminacion contactos	KW Totales Instalados	KW Demanda 100%	KW carga a contratar CFE	KVA Demanda
NIVEL 9	O901	80	6	4	10	10	10	11.1
	O902	30	2.4	1.5	3.9	3.9	4	4.3
	O903	30	2.4	1.5	3.9	3.9	4	4.3
	O904	30	2.4	1.5	3.9	3.9	4	4.3
	O905	35	2.4	1.75	4.15	4.15	4	4.6
	O906	35	2.4	1.75	4.15	4.15	4	4.6
	O907	135	8.4	6.75	15.15	15.15	15	16.8
	O908	30	2.4	1.5	3.9	3.9	4	4.3
	O909	135	8.4	6.75	15.15	15.15	15	16.8
	O910	30	3.6	1.5	5.1	5.1	5	5.7
	O911	30	2.4	1.5	3.9	3.9	4	4.3
	O912	30	2.4	1.5	3.9	3.9	4	4.3
	O913	30	2.4	1.5	3.9	3.9	4	4.3
	O914	30	2.4	1.5	3.9	3.9	4	4.3
	O915	350	22.8	17.5	40.3	40.3	41	44.7
	TOTALES	1040	73.2	52	125.2	125.2	126	138.9
NIVEL 10	O101	80	4.8	3.6	8.4	8.4	9	9.3
	O102	30	2.4	1.35	3.75	3.75	4	4.2
	O103	30	2.4	1.35	3.75	3.75	4	4.2
	O104	30	2.4	1.35	3.75	3.75	4	4.2
	O105	25	2.4	1.125	3.525	3.525	4	3.9
	O106	40	2.4	1.8	4.2	4.2	4	4.7
	O107	70	4.8	3.15	7.95	7.95	8	8.8
	O108	60	4.8	2.7	7.5	7.5	8	8.3
	O109	30	2.4	1.35	3.75	3.75	4	4.2
	O1010	60	4.8	2.7	7.5	7.5	8	8.3
	O1011	75	4.8	3.375	8.175	8.175	8	9.1
	O1012	30	2.4	1.35	3.75	3.75	4	4.2
	O1013	30	2.4	1.35	3.75	3.75	4	4.2
	O1014	30	3.6	1.35	4.95	4.95	5	5.5
	O1015	30	3.6	1.35	4.95	4.95	5	5.5
	O1016	30	3.6	1.35	4.95	4.95	5	5.5
	O1017	350	22.8	15.75	38.55	38.55	39	42.8
	TOTALES	1030	76.8	46.35	123.15	123.15	127	136.7

	Ubicación	Mts 2	Consumo KW Climas	KW iluminacion contactos	KW Totales Instalados	KW Demanda 100%	KW carga a contratar CFE	KVA Demanda
NIVEL 11	O111	70	4.8	3.15	7.95	7.95	8	8.8
	O112	70	4.8	3.15	7.95	7.95	8	8.8
	O113	95	6	4.275	10.275	10.275	11	11.4
	O114	50	4.8	2.25	7.05	7.05	7	7.8
	O115	40	6	1.8	7.8	7.8	8	8.7
	O116	60	4.8	2.7	7.5	7.5	8	8.3
	O117	55	7.2	2.475	9.675	9.675	10	10.7
	O118	80	6	3.6	9.6	9.6	10	10.7
	O119	52	3.6	2.34	5.94	5.94	6	6.6
	O1110	97	6	4.365	10.365	10.365	11	11.5
	O1111	60.74	4.8	2.7333	7.5333	7.5333	8	8.4
	O1112	82	6	3.69	9.69	9.69	10	10.8
	O1113	65	4.8	2.925	7.725	7.725	8	8.6
	O1114	90	6	4.05	10.05	10.05	10	11.2
	TOTALES	966.74	75.6	43.5033	119.1033	119.1033	123	132.2
NIVEL 12	O121	60	4.8	2.7	7.5	7.5	8	8.3
	O122	65	4.8	2.925	7.725	7.725	8	8.6
	O123	125	9.6	5.625	15.225	15.225	15	16.9
	O124	115	8.4	5.175	13.575	13.575	14	15.1
	O125	135	9.6	6.075	15.675	15.675	16	17.4
	O126	120	8.4	5.4	13.8	13.8	14	15.3
	O127	60	3.6	2.7	6.3	6.3	7	7.0
	O128	125	7.2	5.625	12.825	12.825	13	14.2
	O129	125	9.6	5.625	15.225	15.225	15	16.9
	O1210	60	4.8	2.7	7.5	7.5	8	8.3
	O1211	90	7.2	4.05	11.25	11.25	11.5	12.5
	TOTALES	1080	78	48.6	126.6	126.6	129.5	140.5
TOTAL		7766.74	612	364.0033	976.0033	976.0033	997.5	1083.16409

8.2 Tabla Dimensionamiento de los Transformadores.

TRANSFORMADOR 1				TRANSFORMADOR 3				TRANSFORMADOR 2				TRANSFORMADOR 4			
Capacidad de Equipo:		500KVA	450KW	Capacidad de Equipo:		500KVA	450KW	Capacidad de Equipo:		225VA	202.5W	Capacidad de Equipo:		225VA	202.5W
Norma K		% Utilizacion	79.7	Norma K		% Utilizacion	76.0	Norma K		% Utilizacion	82.0	Norma K		% Utilizacion	64.7
	Oficina	KW Carga Instalada	KW a contratar		Ubicación	KW Carga Instalada	KW a contratar		Ubicación	KW Carga Instalada	KW a contratar		Ubicación	KW Carga Instalada	KW a contratar
1	0822	10.00	10.0	1	0901	5.10	5.0	1	0801	2.95	3.0	1	0101	28.28	29.0
2	0823	3.90	4.0	2	0902	4.60	5.0	2	0802	2.20	2.0	2	0102	38.55	39.0
3	0824	3.90	4.0	3	0903	4.60	5.0	3	0803	6.10	6.0	3	0103	40.30	41.0
4	0825	8.40	9.0	4	0101	4.60	5.0	4	0804	4.65	5.0	4	0104	22.20	22.0
5	0826	3.75	4.0	5	0102	4.60	5.0	5	0805	5.10	5.0		CARGA INSTALADA	129.33	
6	0827	3.75	4.0	6	0103	4.65	5.0	6	0806	3.90	4.0		CARGA A CONTRATAR	131.00	
7	0828	3.75	4.0	7	0104	6.10	6.0	7	0807	3.90	4.0				
8	0829	3.53	4.0	8	0105	4.60	5.0	8	0808	3.90	4.0				
9	0830	4.20	4.0	9	0106	4.60	5.0	9	0809	4.15	4.0				
10	0701	7.95	8.0	10	0107	6.10	6.0	10	0810	4.15	4.0				
11	0702	7.50	8.0	11	0108	5.85	6.0	11	0811	3.90	4.0				
12	0703	3.75	4.0	12	0109	3.90	4.0	12	0812	4.65	5.0				
13	0704	7.50	8.0	13	01010	3.90	4.0	13	0813	6.35	7.0				
14	0705	8.18	8.0	14	01011	3.90	4.0	14	0814	3.65	4.0				
15	0706	3.75	4.0	15	01012	3.90	4.0	15	0815	6.35	7.0				
16	0707	3.75	4.0	16	01013	4.15	4.0	16	0816	5.85	6.0				
17	0708	4.95	5.0	17	01014	4.15	4.0	17	0817	5.10	5.0				
18	0709	4.95	5.0	18	01015	3.90	4.0	18	0818	4.60	5.0				
19	0710	4.95	5.0	19	01016	5.85	6.0	19	0819	4.60	5.0				
20	0711	7.95	8.0	20	0111	6.35	7.0	20	0820	4.60	5.0				
21	0712	7.95	8.0	21	0112	3.90	4.0	21	0821	5.10	5.0				
22	0713	10.28	11.0	22	0113	6.35	7.0	22	0904	3.90	4.0				
23	0714	7.05	7.0	23	0114	5.85	6.0	23	0905	4.15	4.0				
24	0715	7.80	8.0	24	0115	5.10	5.0	24	0906	4.15	4.0				
25	0716	7.50	8.0	25	0116	4.60	5.0	25	0907	15.15	15.0				
26	0717	9.68	10.0	26	0117	4.60	5.0	26	0908	3.90	4.0				
27	0718	9.60	10.0	27	0118	4.60	5.0	27	0909	15.15	15.0				
28	0719	5.94	6.0	28	0119	5.10	5.0	28	0910	5.10	5.0				
29	0720	10.37	11.0	29	01110	5.10	5.0	29	0911	3.90	4.0				
30	0721	7.53	8.0	30	01111	4.60	5.0	30	0912	3.90	4.0				
31	0722	9.69	10.0	31	01112	5.10	5.0	31	0913	3.90	4.0				
32	0723	7.73	8.0	32	01113	5.10	5.0	32	0914	3.90	4.0				
33	0724	10.05	10.0	33	01114	5.10	5.0		CARGA INSTALADA	162.85					
34	0725	7.50	8.0	34	0-121	5.85	6.0		CARGA A CONTRATAR	166.00					
35	0726	7.73	8.0	35	0122	6.10	6.0								
36	0205	15.23	15.0	36	0123	14.03	14.0								
37	0206	13.58	14.0	37	0124	14.03	14.0								
38	0207	15.68	16.0	38	0125	14.03	14.0								
39	0208	13.80	14.0	39	0126	14.03	14.0								
40	0209	6.30	7.0	40	0127	16.35	17.0								
41	0210	12.83	13.0	41	0128	21.98	22.0								
42	0104	15.23	15.0	42	0129	22.20	22.0								
43	0105	7.50	8.0	43	01210	22.50	23.0								
44	0106	11.25	11.5	44	01211	24.15	24.0								
	CARGA INSTALADA	348.1033 W			CARGA INSTALADA	335.73									
	CARGA A CONTRATAR	358.5 W			CARGA A CONTRATAR	342.00									

8.3 Tabla distribución de concertador de mediadores y acometidas.

ID TRANSFORMADOR	#	DT	KW INSTALA DOS	I NOM	I DEM	FACT AGRP	FACT TEMP	I cond	CONDUCTOR	CALIBRE	e%	Iprot	ITM	COND T.F	Ø DE TUB.	% AREA UTIL	DESCRIPCION DE LA CEDULA
CM-01 500 KVA	1	117.99	8.00	23.33	23.3	0.80	0.82	35.56	ALUMINIO	2.00	2.12	29.16	32.00	10.00	41.00	20.07	3C-#2 XHHW Al (F); 1C-#2 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-41mm.
	2	118.63	8.00	23.33	23.3	0.80	0.82	35.56	ALUMINIO	2.00	2.14	29.16	32.00	10.00	41.00	20.07	3C-#2 XHHW Al (F); 1C-#2 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-41mm.
	3	125.87	15.00	43.74	43.7	0.80	0.82	66.67	ALUMINIO	2/0	2.25	54.67	63.00	8.00	53.00	24.41	3C-#2/0 XHHW Al (F); 1C-#2/0 XHHW Al (N); 1C-#8 CuD (TF); 1TC-53mm.
	4	127.07	14.00	40.82	40.8	0.80	0.82	62.23	ALUMINIO	2/0	2.12	51.03	63.00	8.00	53.00	24.41	3C-#2/0 XHHW Al (F); 1C-#2/0 XHHW Al (N); 1C-#8 CuD (TF); 1TC-53mm.
	5	122.35	16.00	46.65	46.7	0.80	0.82	71.12	ALUMINIO	2/0	2.34	58.32	63.00	8.00	53.00	24.41	3C-#2/0 XHHW Al (F); 1C-#2/0 XHHW Al (N); 1C-#8 CuD (TF); 1TC-53mm.
	6	129.41	14.00	40.82	40.8	0.80	0.82	62.23	ALUMINIO	2/0	2.16	51.03	63.00	8.00	53.00	24.41	3C-#2/0 XHHW Al (F); 1C-#2/0 XHHW Al (N); 1C-#8 CuD (TF); 1TC-53mm.
	7	134.96	7.00	20.41	20.4	0.80	0.82	31.11	ALUMINIO	2.00	2.13	25.51	32.00	10.00	41.00	20.07	3C-#2 XHHW Al (F); 1C-#2 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-41mm.
	8	138.25	13.00	37.91	37.9	0.80	0.82	57.78	ALUMINIO	2/0	2.15	47.38	50.00	10.00	53.00	24.27	3C-#2/0 XHHW Al (F); 1C-#2/0 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-53mm.
	9	136.36	15.00	43.74	43.7	0.80	0.82	66.67	ALUMINIO	3/0	2.02	54.67	63.00	8.00	53.00	29.38	3C-#3/0 XHHW Al (F); 1C-#3/0 XHHW Al (N); 1C-#8 CuD (TF); 1TC-53mm.
	10	134.16	8.00	23.33	23.3	0.80	0.82	35.56	ALUMINIO	2.00	2.41	29.16	32.00	10.00	41.00	20.07	3C-#2 XHHW Al (F); 1C-#2 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-41mm.
	11	129.00	11.50	33.53	33.5	0.80	0.82	51.12	ALUMINIO	2/0	1.77	41.92	50.00	10.00	53.00	24.27	3C-#2/0 XHHW Al (F); 1C-#2/0 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-53mm.
	12	114.03	8.00	23.33	23.3	0.80	0.82	35.56	ALUMINIO	2.00	2.05	29.16	32.00	10.00	41.00	20.07	3C-#2 XHHW Al (F); 1C-#2 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-41mm.
	13	114.68	8.00	23.33	23.3	0.80	0.82	35.56	ALUMINIO	2.00	2.06	29.16	32.00	10.00	41.00	20.07	3C-#2 XHHW Al (F); 1C-#2 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-41mm.
	14	126.08	11.00	32.08	32.1	0.80	0.82	48.89	ALUMINIO	1/0	1.97	40.09	50.00	10.00	53.00	20.26	3C-#1/0 XHHW Al (F); 1C-#1/0 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-53mm.
	15	122.96	7.00	20.41	20.4	0.80	0.82	31.11	ALUMINIO	2.00	1.94	25.51	32.00	10.00	41.00	20.07	3C-#2 XHHW Al (F); 1C-#2 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-41mm.
	16	123.12	8.00	23.33	23.3	0.80	0.82	35.56	ALUMINIO	1/0	1.40	29.16	32.00	10.00	53.00	20.26	3C-#1/0 XHHW Al (F); 1C-#1/0 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-53mm.
	17	118.39	8.00	23.33	23.3	0.80	0.82	35.56	ALUMINIO	2.00	2.13	29.16	32.00	10.00	41.00	20.07	3C-#2 XHHW Al (F); 1C-#2 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-41mm.
	18	117.45	10.00	29.16	29.2	0.80	0.82	44.45	ALUMINIO	1/0	1.67	36.45	40.00	10.00	53.00	20.26	3C-#1/0 XHHW Al (F); 1C-#1/0 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-53mm.
	19	125.46	10.00	29.16	29.2	0.80	0.82	44.45	ALUMINIO	1/0	1.79	36.45	40.00	10.00	53.00	20.26	3C-#1/0 XHHW Al (F); 1C-#1/0 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-53mm.
	20	131.01	6.00	17.50	17.5	0.80	0.82	26.67	ALUMINIO	2.00	1.77	21.87	32.00	10.00	41.00	20.07	3C-#2 XHHW Al (F); 1C-#2 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-41mm.
	21	134.29	11.00	32.08	32.1	0.80	0.82	48.89	ALUMINIO	1/0	2.10	40.09	50.00	10.00	53.00	20.26	3C-#1/0 XHHW Al (F); 1C-#1/0 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-53mm.
	22	133.26	8.00	23.33	23.3	0.80	0.82	35.56	ALUMINIO	2.00	2.40	29.16	32.00	10.00	41.00	20.07	3C-#2 XHHW Al (F); 1C-#2 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-41mm.
	23	136.29	10.00	29.16	29.2	0.80	0.82	44.45	ALUMINIO	1/0	1.94	36.45	40.00	10.00	53.00	20.26	3C-#1/0 XHHW Al (F); 1C-#1/0 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-53mm.
	24	130.20	8.00	23.33	23.3	0.80	0.82	35.56	ALUMINIO	2.00	2.34	29.16	32.00	10.00	41.00	20.07	3C-#2 XHHW Al (F); 1C-#2 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-41mm.
	25	125.05	10.00	29.16	29.2	0.80	0.82	44.45	ALUMINIO	1/0	1.78	36.45	40.00	10.00	53.00	20.26	3C-#1/0 XHHW Al (F); 1C-#1/0 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-53mm.
	26	117.71	9.00	26.24	26.2	0.80	0.82	40.00	ALUMINIO	2.00	2.38	32.80	40.00	10.00	41.00	20.07	3C-#2 XHHW Al (F); 1C-#2 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-41mm.
	27	119.00	4.00	11.66	11.7	0.80	0.82	17.78	ALUMINIO	4.00	1.65	14.58	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	28	116.22	4.00	11.66	11.7	0.80	0.82	17.78	ALUMINIO	6.00	2.49	14.58	32.00	10.00	35.00	13.82	3C-#6 XHHW Al (F); 1C-#6 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	29	113.50	4.00	11.66	11.7	0.80	0.82	17.78	ALUMINIO	6.00	2.43	14.58	32.00	10.00	35.00	13.82	3C-#6 XHHW Al (F); 1C-#6 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	30	110.69	4.00	11.66	11.7	0.80	0.82	17.78	ALUMINIO	6.00	2.37	14.58	32.00	10.00	35.00	13.82	3C-#6 XHHW Al (F); 1C-#6 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	31	112.29	4.00	11.66	11.7	0.80	0.82	17.78	ALUMINIO	6.00	2.40	14.58	32.00	10.00	35.00	13.82	3C-#6 XHHW Al (F); 1C-#6 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	32	115.10	8.00	23.33	23.3	0.80	0.82	35.56	ALUMINIO	2.00	2.07	29.16	32.00	10.00	41.00	20.07	3C-#2 XHHW Al (F); 1C-#2 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-41mm.
	33	115.22	8.00	23.33	23.3	0.80	0.82	35.56	ALUMINIO	2.00	2.07	29.16	32.00	10.00	41.00	20.07	3C-#2 XHHW Al (F); 1C-#2 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-41mm.
	34	116.38	4.00	11.66	11.7	0.80	0.82	17.78	ALUMINIO	6.00	2.49	14.58	32.00	10.00	35.00	13.82	3C-#6 XHHW Al (F); 1C-#6 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	35	120.70	8.00	23.33	23.3	0.80	0.82	35.56	ALUMINIO	2.00	2.17	29.16	32.00	10.00	41.00	20.07	3C-#2 XHHW Al (F); 1C-#2 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-41mm.
	36	121.49	8.00	23.33	23.3	0.80	0.82	35.56	ALUMINIO	2.00	2.19	29.16	32.00	10.00	41.00	20.07	3C-#2 XHHW Al (F); 1C-#2 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-41mm.
	37	116.09	4.00	11.66	11.7	0.80	0.82	17.78	ALUMINIO	6.00	2.48	14.58	32.00	10.00	35.00	13.82	3C-#6 XHHW Al (F); 1C-#6 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	38	113.03	4.00	11.66	11.7	0.80	0.82	17.78	ALUMINIO	6.00	2.42	14.58	32.00	10.00	35.00	13.82	3C-#6 XHHW Al (F); 1C-#6 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	39	112.91	5.00	14.58	14.6	0.80	0.82	22.22	ALUMINIO	4.00	1.96	18.22	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	40	115.21	5.00	14.58	14.6	0.80	0.82	22.22	ALUMINIO	4.00	2.00	18.22	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	41	118.13	5.00	14.58	14.6	0.80	0.82	22.22	ALUMINIO	4.00	2.05	18.22	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	42	113.76	10.00	29.16	29.2	0.80	0.82	44.45	ALUMINIO	1/0	1.62	36.45	40.00	10.00	53.00	20.26	3C-#1/0 XHHW Al (F); 1C-#1/0 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-53mm.
	43	115.05	4.00	11.66	11.7	0.80	0.82	17.78	ALUMINIO	6.00	2.46	14.58	32.00	10.00	35.00	13.82	3C-#6 XHHW Al (F); 1C-#6 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	44	112.27	4.00	11.66	11.7	0.80	0.82	17.78	ALUMINIO	6.00	2.40	14.58	32.00	10.00	35.00	13.82	3C-#6 XHHW Al (F); 1C-#6 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
		15.00	358.50	1045.35	#####	0.80	0.91	1435.9	COBRE	500.00	0.44	1306.69	1600.00	4/0	103.00	21.56	

ID TRANSFORMADOR	#	DT	KW INSTALA DOS	I NOM	I DEM	FACT AGRP	FACT TEMP	I cond	CONDUCTOR	CALIBRE	e%	I prot	ITM	COND T.F	Ø DE TUB.	% AREA UTIL	DESCRIPCION DE LA CEDULA
TR-02 CM-02 225 KVA	1	109.55	4.00	11.66	11.7	0.80	0.82	17.78	ALUMINIO	6.00	2.34	14.58	32.00	10.00	35.00	13.82	3C-#6 XHHW Al (F); 1C-#6 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	2	110.08	4.00	11.66	11.7	0.80	0.82	17.78	ALUMINIO	6.00	2.36	14.58	32.00	10.00	35.00	13.82	3C-#6 XHHW Al (F); 1C-#6 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	3	115.05	4.00	11.66	11.7	0.80	0.82	17.78	ALUMINIO	6.00	2.46	14.58	32.00	10.00	35.00	13.82	3C-#6 XHHW Al (F); 1C-#6 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	4	115.08	15.00	43.74	43.7	0.80	0.82	66.67	ALUMINIO	1/0	2.46	54.67	63.00	8.00	53.00	20.39	3C-#1/0 XHHW Al (F); 1C-#1/0 XHHW Al (N); 1C-#8 CuD (TF); 1TC-53mm.
	5	115.02	4.00	11.66	11.7	0.80	0.82	17.78	ALUMINIO	6.00	2.46	14.58	32.00	10.00	35.00	13.82	3C-#6 XHHW Al (F); 1C-#6 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	6	109.95	15.00	43.74	43.7	0.80	0.82	66.67	ALUMINIO	1/0	2.35	54.67	63.00	8.00	53.00	20.39	3C-#1/0 XHHW Al (F); 1C-#1/0 XHHW Al (N); 1C-#8 CuD (TF); 1TC-53mm.
	7	107.93	5.00	14.58	14.6	0.80	0.82	22.22	ALUMINIO	4.00	1.87	18.22	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	8	107.63	4.00	11.66	11.7	0.80	0.82	17.78	ALUMINIO	6.00	2.30	14.58	32.00	10.00	35.00	13.82	3C-#6 XHHW Al (F); 1C-#6 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	9	112.67	4.00	11.66	11.7	0.80	0.82	17.78	ALUMINIO	6.00	2.41	14.58	32.00	10.00	35.00	13.82	3C-#6 XHHW Al (F); 1C-#6 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	10	116.02	4.00	11.66	11.7	0.80	0.82	17.78	ALUMINIO	6.00	2.48	14.58	32.00	10.00	35.00	13.82	3C-#6 XHHW Al (F); 1C-#6 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	11	118.30	4.00	11.66	11.7	0.80	0.82	17.78	ALUMINIO	4.00	1.64	14.58	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	12	110.40	3.00	8.75	8.7	0.80	0.82	13.33	ALUMINIO	6.00	1.77	10.93	32.00	10.00	35.00	13.82	3C-#6 XHHW Al (F); 1C-#6 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	13	115.95	2.00	5.83	5.8	0.80	0.82	8.89	ALUMINIO	6.00	1.24	7.29	32.00	10.00	35.00	13.82	3C-#6 XHHW Al (F); 1C-#6 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	14	118.74	6.00	17.50	17.5	0.80	0.82	26.67	ALUMINIO	4.00	2.47	21.87	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	15	120.16	5.00	14.58	14.6	0.80	0.82	22.22	ALUMINIO	4.00	2.08	18.22	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	16	120.93	5.00	14.58	14.6	0.80	0.82	22.22	ALUMINIO	4.00	2.10	18.22	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	17	119.40	4.00	11.66	11.7	0.80	0.82	17.78	ALUMINIO	4.00	1.66	14.58	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	18	114.47	4.00	11.66	11.7	0.80	0.82	17.78	ALUMINIO	6.00	2.45	14.58	32.00	10.00	35.00	13.82	3C-#6 XHHW Al (F); 1C-#6 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	19	110.23	4.00	11.66	11.7	0.80	0.82	17.78	ALUMINIO	6.00	2.36	14.58	32.00	10.00	35.00	13.82	3C-#6 XHHW Al (F); 1C-#6 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	20	106.83	4.00	11.66	11.7	0.80	0.82	17.78	ALUMINIO	6.00	2.29	14.58	32.00	10.00	35.00	13.82	3C-#6 XHHW Al (F); 1C-#6 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	21	107.72	4.00	11.66	11.7	0.80	0.82	17.78	ALUMINIO	6.00	2.30	14.58	32.00	10.00	35.00	13.82	3C-#6 XHHW Al (F); 1C-#6 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	22	111.06	4.00	11.66	11.7	0.80	0.82	17.78	ALUMINIO	6.00	2.38	14.58	32.00	10.00	35.00	13.82	3C-#6 XHHW Al (F); 1C-#6 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	23	110.68	5.00	14.58	14.6	0.80	0.82	22.22	ALUMINIO	4.00	1.92	18.22	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	24	110.95	7.00	20.41	20.4	0.80	0.82	31.11	ALUMINIO	2.00	1.75	25.51	32.00	10.00	41.00	20.07	3C-#2 XHHW Al (F); 1C-#2 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-41mm.
	25	112.92	4.00	11.66	11.7	0.80	0.82	17.78	ALUMINIO	6.00	2.42	14.58	32.00	10.00	35.00	13.82	3C-#6 XHHW Al (F); 1C-#6 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	26	115.61	7.00	20.41	20.4	0.80	0.82	31.11	ALUMINIO	2.00	1.82	25.51	32.00	10.00	41.00	20.07	3C-#2 XHHW Al (F); 1C-#2 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-41mm.
	27	116.63	6.00	17.50	17.5	0.80	0.82	26.67	ALUMINIO	4.00	2.43	21.87	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	28	117.57	5.00	14.58	14.6	0.80	0.82	22.22	ALUMINIO	4.00	2.04	18.22	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	29	114.12	5.00	14.58	14.6	0.80	0.82	22.22	ALUMINIO	4.00	1.98	18.22	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	30	111.76	5.00	14.58	14.6	0.80	0.82	22.22	ALUMINIO	4.00	1.94	18.22	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	31	108.72	5.00	14.58	14.6	0.80	0.82	22.22	ALUMINIO	4.00	1.88	18.22	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	32	108.00	5.00	14.58	14.6	0.80	0.82	22.22	ALUMINIO	4.00	1.87	18.22	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
			166.00	484.04	484.0	0.80	0.88	687.56	COBRE	4/0	0.68	605.05	630.00	1/0	78.00	16.64	

ID TRANSFORMADOR	#	DT	KW INSTALA DOS	I NOM	I DEM	FACT AGRP	FACT TEMP	I cond	CONDUCTOR	CALIBRE	e%	Iprot	ITM	COND T.F	Ø DE TUB.	% AREA UTIL	DESCRIPCION DE LA CEDULA
TR-03 CM-03 500 KVA	1	116.37	5.00	14.58	14.6	0.80	0.82	22.22	ALUMINIO	4.00	2.02	18.22	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	2	117.18	5.00	14.58	14.6	0.80	0.82	22.22	ALUMINIO	4.00	2.03	18.22	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	3	121.99	5.00	14.58	14.6	0.80	0.82	22.22	ALUMINIO	4.00	2.11	18.22	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	4	125.10	5.00	14.58	14.6	0.80	0.82	22.22	ALUMINIO	4.00	2.17	18.22	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	5	128.32	5.00	14.58	14.6	0.80	0.82	22.22	ALUMINIO	4.00	2.22	18.22	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	6	129.25	5.00	14.58	14.6	0.80	0.82	22.22	ALUMINIO	2.00	1.45	18.22	32.00	10.00	41.00	20.07	3C-#2 XHHW Al (F); 1C-#2 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-41mm.
	7	129.75	6.00	17.50	17.5	0.80	0.82	26.67	ALUMINIO	2.00	1.75	21.87	32.00	10.00	41.00	20.07	3C-#2 XHHW Al (F); 1C-#2 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-41mm.
	8	126.20	5.00	14.58	14.6	0.80	0.82	22.22	ALUMINIO	4.00	2.19	18.22	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	9	123.39	5.00	14.58	14.6	0.80	0.82	22.22	ALUMINIO	4.00	2.14	18.22	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	10	109.79	6.00	17.50	17.5	0.80	0.82	26.67	ALUMINIO	4.00	2.28	21.87	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	11	111.00	6.00	17.50	17.5	0.80	0.82	26.67	ALUMINIO	4.00	2.31	21.87	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	12	111.98	4.00	11.66	11.7	0.80	0.82	17.78	ALUMINIO	6.00	2.40	14.58	32.00	10.00	35.00	13.82	3C-#6 XHHW Al (F); 1C-#6 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	13	110.45	4.00	11.66	11.7	0.80	0.82	17.78	ALUMINIO	6.00	2.36	14.58	32.00	10.00	35.00	13.82	3C-#6 XHHW Al (F); 1C-#6 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	14	105.52	4.00	11.66	11.7	0.80	0.82	17.78	ALUMINIO	6.00	2.26	14.58	32.00	10.00	35.00	13.82	3C-#6 XHHW Al (F); 1C-#6 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	15	101.27	4.00	11.66	11.7	0.80	0.82	17.78	ALUMINIO	6.00	2.17	14.58	32.00	10.00	35.00	13.82	3C-#6 XHHW Al (F); 1C-#6 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	16	97.88	4.00	11.66	11.7	0.80	0.82	17.78	ALUMINIO	6.00	2.09	14.58	32.00	10.00	35.00	13.82	3C-#6 XHHW Al (F); 1C-#6 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	17	98.77	4.00	11.66	11.7	0.80	0.82	17.78	ALUMINIO	6.00	2.11	14.58	32.00	10.00	35.00	13.82	3C-#6 XHHW Al (F); 1C-#6 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	18	102.11	4.00	11.66	11.7	0.80	0.82	17.78	ALUMINIO	6.00	2.18	14.58	32.00	10.00	35.00	13.82	3C-#6 XHHW Al (F); 1C-#6 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	19	101.23	6.00	17.50	17.5	0.80	0.82	26.67	ALUMINIO	4.00	2.11	21.87	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	20	102.00	7.00	20.41	20.4	0.80	0.82	31.11	ALUMINIO	4.00	2.48	25.51	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	21	103.96	4.00	11.66	11.7	0.80	0.82	17.78	ALUMINIO	6.00	2.22	14.58	32.00	10.00	35.00	13.82	3C-#6 XHHW Al (F); 1C-#6 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	22	106.65	7.00	20.41	20.4	0.80	0.82	31.11	ALUMINIO	2.00	1.68	25.51	32.00	10.00	41.00	20.07	3C-#2 XHHW Al (F); 1C-#2 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-41mm.
	23	107.68	6.00	17.50	17.5	0.80	0.82	26.67	ALUMINIO	4.00	2.24	21.87	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	24	108.62	5.00	14.58	14.6	0.80	0.82	22.22	ALUMINIO	4.00	1.88	18.22	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	25	105.17	5.00	14.58	14.6	0.80	0.82	22.22	ALUMINIO	4.00	1.82	18.22	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	26	102.81	5.00	14.58	14.6	0.80	0.82	22.22	ALUMINIO	4.00	1.78	18.22	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	27	99.77	5.00	14.58	14.6	0.80	0.82	22.22	ALUMINIO	4.00	1.73	18.22	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	28	99.05	5.00	14.58	14.6	0.80	0.82	22.22	ALUMINIO	4.00	1.72	18.22	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	29	114.74	5.00	14.58	14.6	0.80	0.82	22.22	ALUMINIO	4.00	1.99	18.22	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	30	115.00	5.00	14.58	14.6	0.80	0.82	22.22	ALUMINIO	4.00	1.99	18.22	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	31	113.04	5.00	14.58	14.6	0.80	0.82	22.22	ALUMINIO	4.00	1.96	18.22	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	32	116.15	5.00	14.58	14.6	0.80	0.82	22.22	ALUMINIO	4.00	2.01	18.22	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	33	119.37	5.00	14.58	14.6	0.80	0.82	22.22	ALUMINIO	4.00	2.07	18.22	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	34	119.54	6.00	17.50	17.5	0.80	0.82	26.67	ALUMINIO	4.00	2.49	21.87	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	35	117.81	6.00	17.50	17.5	0.80	0.82	26.67	ALUMINIO	4.00	2.45	21.87	32.00	10.00	35.00	18.89	3C-#4 XHHW Al (F); 1C-#4 XHHW Al (N); 1C-#10 CuD (TF); 1TC-35mm.
	36	99.00	14.00	40.82	40.8	0.80	0.82	62.23	ALUMINIO	1/0	1.97	51.03	63.00	8.00	53.00	20.39	3C-#1/0 XHHW Al (F); 1C-#1/0 XHHW Al (N); 1C-#8 CuD (TF); 1TC-53mm.
	37	94.00	14.00	40.82	40.8	0.80	0.82	62.23	ALUMINIO	1/0	1.87	51.03	63.00	8.00	53.00	20.39	3C-#1/0 XHHW Al (F); 1C-#1/0 XHHW Al (N); 1C-#8 CuD (TF); 1TC-53mm.
	38	88.00	14.00	40.82	40.8	0.80	0.82	62.23	ALUMINIO	1/0	1.75	51.03	63.00	8.00	53.00	20.39	3C-#1/0 XHHW Al (F); 1C-#1/0 XHHW Al (N); 1C-#8 CuD (TF); 1TC-53mm.
	39	94.00	14.00	40.82	40.8	0.80	0.82	62.23	ALUMINIO	1/0	1.87	51.03	63.00	8.00	53.00	20.39	3C-#1/0 XHHW Al (F); 1C-#1/0 XHHW Al (N); 1C-#8 CuD (TF); 1TC-53mm.
	40	104.00	17.00	49.57	49.6	0.80	0.82	75.56	ALUMINIO	2/0	2.11	61.96	63.00	8.00	53.00	24.41	3C-#2/0 XHHW Al (F); 1C-#2/0 XHHW Al (N); 1C-#8 CuD (TF); 1TC-53mm.
	41	41.85	22.00	64.15	64.2	0.80	0.82	97.79	ALUMINIO	1/0	1.31	80.19	100.00	8.00	53.00	20.39	3C-#1/0 XHHW Al (F); 1C-#1/0 XHHW Al (N); 1C-#8 CuD (TF); 1TC-53mm.
	42	54.86	22.00	64.15	64.2	0.80	0.82	97.79	ALUMINIO	1/0	1.72	80.19	100.00	8.00	53.00	20.39	3C-#1/0 XHHW Al (F); 1C-#1/0 XHHW Al (N); 1C-#8 CuD (TF); 1TC-53mm.
	43	72.14	23.00	67.07	67.1	0.80	0.82	102.23	ALUMINIO	2/0	1.98	83.83	100.00	8.00	53.00	24.41	3C-#2/0 XHHW Al (F); 1C-#2/0 XHHW Al (N); 1C-#8 CuD (TF); 1TC-53mm.
	44	81.09	24.00	69.98	70.0	0.80	0.82	106.68	ALUMINIO	2/0	2.32	87.48	100.00	8.00	53.00	24.41	3C-#2/0 XHHW Al (F); 1C-#2/0 XHHW Al (N); 1C-#8 CuD (TF); 1TC-53mm.
		17.00	342.00	997.24	997.2	0.80	0.91	1369.84	COBRE	500.00	0.47	1246.55	1250.00	4/0	103.00	21.56	

ID TRANSFORMADOR	#	DT	KW INSTALA DOS	I NOM	I DEM	FACT AGRP	FACT TEMP	I cond	CONDUCTOR	CALIBRE	e%	Iprot	ITM	COND T.F	Ø DE TUB.	% AREA UTIL	DESCRIPCION DE LA CEDULA
TR-06 CM-06 150 KVA	1	104.00	29.00	84.56	84.6	0.80	0.88	120.12	ALUMINIO	1/0	2.15	105.70	125.00	6.00	53.00	20.60	6C-#1/0 XHHW Al (F); 2C-#1/0 XHHW Al (N); 2C-#6 CuD (TF); 2TC-53mm.
	2	117.30	39.00	113.72	113.7	0.80	0.88	161.53	ALUMINIO	3/0	2.26	142.15	160.00	6.00	63.00	19.78	6C-#3/0 XHHW Al (F); 2C-#3/0 XHHW Al (N); 2C-#6 CuD (TF); 2TC-63mm.
	2	118.00	41.00	119.55	119.6	0.80	0.88	169.82	ALUMINIO	3/0	2.39	149.44	160.00	6.00	63.00	19.78	6C-#3/0 XHHW Al (F); 2C-#3/0 XHHW Al (N); 2C-#6 CuD (TF); 2TC-63mm.
	4	81.97	22.00	64.15	64.2	0.80	0.88	91.12	ALUMINIO	3/0	1.78	80.19	100.00	8.00	63.00	19.64	6C-#3/0 XHHW Al (F); 2C-#3/0 XHHW Al (N); 2C-#8 CuD (TF); 2TC-63mm.
		9.00	131.00	381.98	382.0	0.80	0.88	542.59	COBRE	300.00	0.26	477.48	500.00	2.00	78.00	22.80	

9 ANEXO CUADRO DE CARGAS AREAS COMUNES.

9.1 Cuadro de Cargas “General”.

DIRECCIÓN: OBRA: TABLERO: FASES: 3F HILOS: 4H VOLTAJE: 480 / 220 VCA												
TIPO: ESTADO: CHIHUAHUA CHIHUAHUA TEM. AMBIENTE: 40 40 ACOMETIDA: ZAPATAS PRINCIPALES												
CIRCUITO	EQUIPO	TAB"SG"	TABLERO "DGE"	TOTAL	FASE			CORRIENTE NOMINAL	I REGIMEN = 1.25 x Icont+I No Cont.	FACTOR DE TEMP.	FACTOR DE AGRUP.	I CONDUCTOR
POTENCIA	DESCRIPCIÓN	52,595 WATTS	44123.00 WATTS	WATTS	A	B	C	AMP.	AMP.	F.T.	F.A.	AMP.
1-1	TABLERO DE TRANSFERENCIA (TAB "DEG")		1	44,123	14,708	14,708	14,708	87.03	96.09	0.82	0.8	165.84
1- 2	TRANSFORFADOR SECO TRS-1 TAB "SG" 112.5KVA	1		52,595	17,532	17,532	17,532	97.13	121.42	0.82	1	148.07
TOT. WATTS	ALIMENTADOR	52594.5	44123	96,718	32,239	32,239	32,239	129.26	161.57	0.82	0.8	157.63

CATALOGO:
ITM. PRINCIP. 3P-225 A
ESPACIOS: 8
BARRAS: 125

$$\text{DES \%} = \frac{32239 - 32239}{32239} \times 100 = 0.00\%$$

LONG.	INT.	TEMP. DEL AISLA	CONDUCTOR FASE	CONDUCTOR NEUTRO	CONDUCTOR ES X FASE	AISLAMIEN TO TW, THW, THHW	I NOM. COND	COND. TIERRA DESNUDO	CHAROLA / TUBO CONDUIT	MATERIAL	CANALIZACION		SECCIÓN CONDUCTOR	IMPEDANCI A Ze	CAIDA TENSIÓN
MTS	TERM.	°C	AWG O MCM	AWG O MCM	NUMERO	XHHW, XHHW-2	AMP.	CAL.	"CHA/TC"	"Cu/Al"	PVC, AL, FE	SECCION TUBERIA	mm ²	Ω/km	%
30.00	3P- 175 A	75	4/0	4/0	1	XHHW	180	6	TC	Al	PVC	1T-63 mm	107.2	0.383	0.79
30.00	3P- 175 A	75	4/0	4/0	1	XHHW	180	6	TC	Al	PVC	1T-63 mm	107.2	0.383	1.76
15.00	3P- 225 A	90	250	250	1	XHHW-2	230	2	TC	Al	PVC	1T-63 mm	127	0.324	0.50

9.2 Cuadro de Cargas “General de Emergencias”.

DIRECCIÓN:
OBRA:
TABLERO:
FASES: 3F
HILOS: 4H
VOLTAJE: 480 / 220 VCA

TIPO:
ESTADO: CHIHUAHUA CHIHUAHUA
TEM. AMBIENTE: 40 40
ACOMETIDA: ZAPATAS PRINCIPALES

CIRCUITO	EQUIPO	HIDRO NEUMATICO DUPLEX 3.5 HP	HIDRO NEUMATICO TRIPLEX 7.5HP	BOMBA CONTRA INCENDIOS 3HP	TABLERO SGE	TOTAL	FASE			CORRIENTE NOMINAL	I REGIMEN = 1.25 x Icont+I No Cont.	FACTOR DE TEMP.	FACTOR DE AGRUP.	I CONDUCTOR
POTENCIA	DESCRIPCIÓN	2,250 WATTS	5600.00 WATTS	2250.00 WATTS	16,270 WATTS	WATTS	A	B	C	AMP.	AMP.	F.T.	F.A.	AMP.
DGE-1,3,5	HIDRO DUPLEX	1				2,250	750	750	750	4.80	12.00	0.82	1	7.32
DGE-2,4,6	HIDRO TRIPLEX 1		2			11,200	3,733	3,733	3,733	24.75	40.60	0.82	1	37.73
DGE-7,9,11	HIDRO TRIPLEX 2		2			11,200	3,733	3,733	3,733	24.75	40.60	0.82	1	37.73
DGE-8,10,12	BOMBA CONTRA INCENDIOS			1		2,250	750	750	750	4.80	12.00	0.82	1	7.32
DGE-13,15,17	TRANSFORMADOR TIPO SE DE 30KVA "SGE"				1	16,270	5,423	5,423	5,423	21.74	27.18	0.82	1	26.52
TOT. WATTS	ALIMENTADOR	2250	5600	2250	16270	43,170	14,390	14,390	14,390	57.69	57.69	0.82	1	70.36

CATALOGO:
ITM. PRINCIP. ZAPATAS
ESPACIOS: 8
BARRAS: 125

$$\text{DES \%} = \frac{14390 - 14390}{14390} \times 100 = 0.00\%$$

ONG.	INT.	TEMP. DEL AISLA	CONDUCTOR FASE	CONDUCTOR NEUTRO	CONDUCTOR ES X FASE	AISLAMIEN TO TW, THW, THHW	I NOM. COND	COND. TIERRA DESNUDO	CHAROLA / TUBO CONDUIT	MATERIAL	CANALIZACION		SECCIÓN CONDUCTOR	IMPEDANCI A Ze	CAIDA TENSIÓN
MTS	TERM.	°C	AWG O MCM	AWG O MCM	NUMERO	XHHW, XHHW-2	AMP.	CAL.	"CHA/TC"	"Cu/Al"	PVC, AL, FE	SECCION TUBERIA	mm ²	Ω/km	%
0.00	3P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	FE	1T-16 mm	3.31	6.037	0.68
30.00	3P- 40 A	75	8	8	1	THW-LS	50	12	TC	Cu	FE	1T-21 mm	8.37	2.397	2.80
30.00	2P- 40 A	75	8	8	1	THW-LS	50	12	TC	Cu	FE	1T-21 mm	8.37	2.397	2.80
30.00	2P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	FE	1T-16 mm	3.31	6.037	1.37
2.00	2P- 50 A	75	8	8	1	THW-LS	50	12	TC	Cu	FE	1T-21 mm	8.37	2.397	0.16
10.00	ZAP ATAS	90	4/0	4/0	1	XHHW-2	205	2/0	TC	Al	FE	1T-63 mm	107.2	0.370	0.17

9.3 Cuadro de Cargas “General de Emergencia”.

DIRECCIÓN:
OBRA:
TABLERO:
FASES: 3F
HILOS: 4H
VOLTAJE: 480 / 220 VCA

TIPO:
ESTADO: CHIHUAHUA CHIHUAHUA
TEM. AMBIENTE: 40 40
ACOMETIDA: ZAPATAS PRINCIPALES

CIRCUITO	EQUIPO	CCM	BOMBA CARCAMO	TABLERO ES	TOTAL	FASE			CORRIENTE NOMINAL	I REGIMEN = 1.25 x Icont+I No Cont.	FACTOR DE TEMP.	FACTOR DE AGRUP.	I CONDUCTOR
POTENCIA	DESCRIPCIÓN	2,670 WATTS	750 WATTS	13,050 WATTS	WATTS	A	B	C	AMP.	AMP.	F.T.	F.A.	AMP.
SGE-1,3,5	CCM	1			3423	1,141	1,141	1,141	25.85	25.85	0.82	0.8	39.41
SGE-2,4,6	TABLERO REGULADO "ESP"			1	13,050	4,350	4,350	4,350	45.05	56.31	0.82	0.8	85.84
SGE-9	BOMBA CARCAMO S2		1		750		750		14.00	17.50	0.82	1	21.34
TOT. WATTS	ALIMENTADOR	2670	750	13050	17,223	5,491	6,241	5,491	50.22	50.22	0.82	0.8	76.56

CATALOGO:
ITM. PRINCIP. ZAPATAS
ESPACIOS: 8
BARRAS: 125

$$\text{DES \%} = \frac{6241 - 5491}{6241} \times 100 = 12.02\%$$

	INT.	TEMP. DEL AISLA	CONDUCTOR FASE	CONDUCTOR NEUTRO	CONDUCTOR ES X FASE	AISLAMIEN TO TW, THW, THHW	I NOM. COND	COND. TIERRA DESNUDO	CHAROLA / TUBO CONDUIT	MATERIAL	CANALIZACION		SECCIÓN CONDUCTOR	IMPEDANCI A Ze	CAIDA TENSIÓN
MTS	TERM.	°C	AWG O MCM	AWG O MCM	NUMERO	XHHW, XHHW-2	AMP.	CAL.	"CHA/TC"	"Cu/Al"	PVC, AL, FE	SECCION TUBERIA	mm ²	Ω/km	%
	3P- 30 A	75	8	8	1	THW-LS	50	12	TC	Cu	PVC	1T-21 mm	8.37	2.379	0.58
23.00	3P- 70 A	75	2	2	1	XHHW	90	12	TC	Al	PVC	1T-35 mm	33.6	1.010	0.82
30.00	1P- 30 A	75	10	10	1	THW-LS	35	12	TC	Cu	PVC	1T-16 mm	5.26	3.581	2.37
8.00	ZAP ATAS	90	1/0	1/0	3	XHHW-2	135	2/0	TC	Al	PVC	3T-53 mm	53.49	0.684	0.07

9.4Cuadro de Cargas “Sub General Normal”.

DIRECCIÓN:
OBRA:
TABLERO:
FASES: 3F
HILOS: 4H
VOLTAJE: 480 / 220 VCA

TIPO:
ESTADO: CHIHUAHUA CHIHUAHUA
TEM. AMBIENTE: 40 40
ACOMETIDA: ZAPATAS PRINCIPALES

CIRCUITO	EQUIPO	TABLERO "AC"	TABLERO "BC"	TABLERO "CC"	TABLERO "PB"	CARGADOR	Tablero "RJ"	TOTAL	FASE			CORRIENTE NOMINAL	I REGIMEN = 1.25 x Icont+I No Cont.	FACTOR DE TEMP.	FACTOR DE AGRUP.	I CONDUCTOR
POTENCIA	DESCRIPCIÓN	4,550 WATTS	13,598 WATTS	5,879 WATTS	12,554 WATTS	7,700 WATTS	613 WATTS	WATTS	A	B	C	AMP.	AMP.	F.T.	F.A.	AMP.
SG-2,4	CARGADOR ELECTRICO					1		7,700	3,850	3,850		38.89	48.61	0.82	1	47.43
SG-9,11	RELOJ ASTRONOMICO						1	613		307	307	3.10	3.87	0.82	1	3.78
SG-10,12	TABLERO DE DISTRIBUCION CC			1				5,879	2,940		2,940	29.69	37.12	0.82	1	36.21
SG-13,15,17	TABLERO DE DISTRIBUCION PB				1			12,554	4,185	4,185	4,185	58.66	73.33	0.82	1	71.54
SG-14,16,18	TABLERO DE DISTRIBUCION BC		1					13,598	4,533	4,533	4,533	74.53	74.53	0.82	1	90.89
SG-21,23	CARGADOR ELECTRICO					1		7,700		3,850	3,850	38.89	38.89	0.82	1	47.43
SG-24,26	TABLERO DE DISTRIBUCION AC	1						4,550	2,275		2,275	25.80	25.80	0.82	1	31.46
TOT. WATTS	ALIMENTADOR	4549.7	13598.2	5879.3	12554.3	7700	613	52,595	17,782	16,724	18,089	153.36	153.36	0.91	1	168.53

CATALOGO:
ITM. PRINCIPALES
ESPACIOS: 8
BARRAS: 125

$$DES \% = \frac{18089 - 16724}{18089} \times 100 = 7.54\%$$

LONG.	INT.	TEMP. DEL AISLA	CONDUCTOR FASE	CONDUCTOR NEUTRO	CONDUCTOR ES X FASE	AISLAMIEN TO TW, THW, THHW	I NOM. COND	COND. TIERRA DESNUDO	CHAROLA / TUBO CONDUIT	MATERIAL	CANALIZACION		SECCIÓN CONDUCTOR	IMPEDANCI A Ze	CAIDA TENSIÓN
MTS	TERM.	°C	AWG O MCM	AWG O MCM	NUMERO	XHHW, XHHW-2	AMP.	CAL.	"CHA/TC"	"Cu/Al"	PVC, AL, FE	SECCION TUBERIA	mm ²	Ω/km	%
25.00	2P- 50 A	75	4	4	1	XHHW	65	12	TC	Al	PVC	1T-27 mm	21.2	1.571	1.39
10.00	2P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-16 mm	3.31	6.017	0.17
59.00	2P- 40 A	75	4	4	1	XHHW	65	12	TC	Al	PVC	1T-27 mm	21.2	1.571	2.50
22.00	3P- 100 A	75	1/0	1/0	1	XHHW	120	12	TC	Al	PVC	1T-41 mm	53.49	0.684	0.69
67.00	3P- 100 A	75	2/0	2/0	1	XHHW	135	12	TC	Al	PVC	1T-53 mm	67.43	0.529	2.08
25.00	2P- 40 A	75	4	4	1	XHHW	65	12	TC	Al	PVC	1T-27 mm	21.2	1.571	1.39
82.00	2P- 40 A	75	2	2	1	XHHW	90	12	TC	Al	PVC	1T-27 mm	33.6	1.010	1.94
10.00	ZAP ATAS	90	3/0	3/0	3	XHHW-2	175	2/0	TC	Al	PVC	3T-53 mm	85.01	0.447	0.18

9.5Cuadro de Cargas “ELEVADORES”.

DIRECCIÓN:
OBRA:
TABLERO:
FASES: 3F
HILOS: 4H
VOLTAJE: 480 / 220 VCA

TIPO:
ESTADO: CHIHUAHUA CHIHUAHUA
TEM. AMBIENTE: 40 40
ACOMETIDA: ZAPATAS PRINCIPALES

CIRCUITO	EQUIPO	ELEV	EXTRACTOR	TOTAL	FASE			CORRIENTE NOMINAL	I REGIMEN = 1.25 x Icont+I No Cont.	FACTOR DE TEMP.	FACTOR DE AGRUP.	I CONDUCTOR
POTENCIA	DESCRIPCIÓN	12,000 WATTS	746 WATTS	WATTS	A	B	C	AMP.	AMP.	F.T.	F.A.	AMP.
ELV-1,3,5	ELEVADOR SERVICIO 1	1		12,000	4,000	4,000	4,000	22.29	22.29	0.82	1	27.18
ELV-2,4,6	ELEVADOR SERVICIO 2	1		12,000	4,000	4,000	4,000	22.29	22.29	0.82	1	27.18
ELV-7,9,11	ELEVADOR SERVICIO 3	1		12,000	4,000	4,000	4,000	22.29	22.29	0.82	1	27.18
ELV-8,10,12	ELEVADOR SOTANO	1		12,000	4,000	4,000	4,000	22.29	22.29	0.82	1	27.18
ELV-13,15,17	EXTRACTOR		1	746	249	249	249	2.10	2.63	0.82	1	2.56
TOT. WATTS	ALIMENTADOR	48000	746	48,746	16,249	16,249	16,249	65.15	65.15	0.88	1	118.80

CATALOGO:
ITM. PRINCIP. 3P-125 A
ESPACIOS: 8
BARRAS: 125

$$\text{DES \%} = \frac{16249 - 16249}{16249} \times 100 = 0.00\%$$

LONG.	INT.	TEMP. DEL AISLA	CONDUCTOR FASE	CONDUCTOR NEUTRO	CONDUCTOR ES X FASE	AISLAMIEN TO TW, THW, THHW	I NOM. COND	COND. TIERRA DESNUDO	CHAROLA / TUBO CONDUIT	MATERIAL	CANALIZACION		SECCIÓN CONDUCTOR	IMPEDANCI A Ze	CAIDA TENSIÓN
MTS	TERM.	°C	AWG O MCM	AWG O MCM	NUMERO	XHHW, XHHW-2	AMP.	CAL.	"CHA/TC"	"Cu/Al"	PVC, AL, FE	SECCION TUBERIA	mm²	Ω/km	%
13.00	3P- 50 A	75	8	8	1	THW-LS	50	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	8.37	2.379	0.54
11.50	3P- 50 A	75	8	8	1	THW-LS	50	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	8.37	2.379	0.96
10.00	3P- 50 A	75	8	8	1	THW-LS	50	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	8.37	2.379	0.83
8.50	3P- 50 A	75	8	8	1	THW-LS	50	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	8.37	2.379	0.71
12.00	3P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	3.31	6.017	0.12
110.00	3P- 125 A	75	2/0	2/0	1	XHHW-2	135	2/0	TC	Al	PVC	1T-53 mm	67.43	0.529	2.99

9.6Cuadro de Cargas “PLANTA BAJA”.

DIRECCIÓN:
OBRA:
TABLERO:
FASES: 3F
HILOS: 4H
VOLTAJE: 220 / 127 VCA

TIPO:
ESTADO: CHIHUAHUA CHIHUAHUA
TEM. AMBI: 40 40
ACOMETIDA: ZAPATAS PRINCIPALES

CIRCUITO	EQUIPO	ALU1	ALU2	ALU3	ALU4	ALU5	ALU6	ALU7	ALU8	ALU9	ALU10	ALU11	CONDENSAD ORA 1TR	CONDENSAD ORA 3TR	CONDENSAD ORA 2TR	contactos	TOTAL	FASE			CORRIENTE NOMINAL	I REGIMEN = 1.25 x Icont+I No Cont.	FACTOR DE TEMP.
		1,048 WATTS	41 WATTS	7 WATTS	324 WATTS	972 WATTS	408 WATTS	486 WATTS	796 WATTS	440 WATTS	756 WATTS	353 WATTS	1,270 WATTS	3,565 WATTS	2,391 WATTS	162 WATTS	WATTS	A	B	C	AMP.	AMP.	F.T.
POTENCIA	DESCRIPCIÓN																						
CPB-1	ALU ESTACIONAMIENTO 2 EMERGENCIA		1														40.8		40.80		0.36	0.36	0.88
CPB-3	ALU SUBESTACION				1												324	324			2.83	2.83	0.88
CPB-2,4	ALU ESTACIONAMIENTOT 1 EMERGENCIA					1											972	486.00	486.00		4.91	4.91	0.88
CPB-5	CONTACTOS ESTACIONAMIENTO 1 Y 2							1									486	486			4.25	4.25	0.88
CPB-6,8	ALU PB ESTACIONAMIENTO Y SUBESTACION								1								796	398.00		398	4.02	4.02	0.88
CPB-7	ALUMBRADO ELEVADORES PB									1							440	440.00			3.85	3.85	0.88
CPB-10,12	ALU N2 ESTACIONAMIENTO										1						756	378.00		378	3.82	3.82	0.88
CPB-9	PASILLO EXTERIOR 1						1										408	408			3.57	3.57	0.88
CPB-13,15	HVAC LOBBY PB1													1			3565		1782.50	1782.5	18.01	22.51	0.88
CPB-14,16	HVAC SITE N2														1		2391		1195.50	1195.5	12.08	15.09	0.88
CPB-17,19	HVAC ADMIN N2												1				1270	635.00	635		6.41	8.02	0.88
CPB-18,20	CONTACTOS PB 2															2	324	324.00			2.83	2.83	0.88
CPB-21	ALUMBRADO LOBBY PB										1						353	353.00			3.09	3.09	0.88
CPB-22	PASILLO EXTERIOR Y ELEVADORES						1										408			408.00	3.57	3.57	0.88
TOT. WATTS	ALIMENTADOR	0	40.8	0	324	972	816	486	796	440	756	353	1270	3565	2391	324	12,534	4,232	4,140	4,162	36.55	36.55	0.88

CATALOGO:
ITM. 3P-100 A
ESPACIOS: 8
BARRAS: 125

DES % = $\frac{4232 - 4140}{4232}$ X100= 2.18%

FACTOR DE AGRUP.	I CONDUCTOR	LONG.	INT.	TEMP. DEL AISLA	CONDUCTOR FASE	CONDUCTOR NEUTRO	CONDUCTOR ES X FASE	AISLAMIENTO TO TW, THW, THHW	I NOM. COND	COND. TIERRA DESNUDO	CHAROLA / TUBO CONDUIT	MATERIAL	CANALIZACION		SECCIÓN CONDUCTOR	IMPEDANCI A Ze	CAIDA TENSION
F.A.	AMP.	MTS	TERM.	°C	AWG O MCM	AWG O MCM	NUMERO	XHHW, XHHW-2	AMP.	CAL.	"CHA/TC"	"Cu/Al"	PVC, AL, FE	SECCION TUBERIA	mm ²	Ω/km	%
0.7	0.58	120.00	1P- 20 A	75	10	10	1	THW-LS	35	12	TC	Cu	PVC	1T-27mm	5.26	3.581	0.24
0.7	4.60	28.00	1P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	3.31	6.017	0.75
0.7	7.97	97.00	2P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	3.31	6.017	2.60
0.7	6.90	70.00	1P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	3.31	6.017	2.82
0.7	6.53	89.00	2P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-27mm	3.31	6.017	1.96
0.7	6.25	80.00	1P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	3.31	6.017	2.92
0.7	6.20	106.00	2P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	3.31	6.017	2.21
0.7	5.79	94.00	1P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-27mm	3.31	6.017	3.18
0.7	29.23	29.12	2P- 30 A	75	10	10	1	THW-LS	35	12	TC	Cu	PVC	1T-27mm	5.26	3.581	1.71
0.7	19.60	27.28	2P- 20 A	75	10	10	1	THW-LS	35	12	TC	Cu	PVC	1T-27mm	5.26	3.581	1.07
0.7	10.41	30.43	2P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-27mm	3.31	6.017	1.07
0.7	4.60	70.00	1P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-27mm	3.31	6.017	1.88
0.7	5.01	88.00	1P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-27mm	3.31	6.017	2.58
0.7	5.79	73.00	1P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-27mm	3.31	6.017	2.47
1	105.60	59.00	3P- 100 A	75	1/0	1/0	1	XHHW-2	120	10	TC	Al	PVC	1T-41 mm	53.49	0.684	1.16

9.7 Cuadro de Cargas “CENTRO DE CONTROL DE MOTORES”.

DIRECCIÓN:
OBRA:
TABLERO:
FASES: 3F
HILOS: 4H
VOLTAJE: 220 / 127 VCA

TIPO:
ESTADO: CHIHUAHUA CHIHUAHUA
TEM. AMBIENTE: 40 40
ACOMETIDA: ZAPATAS PRINCIPALES

CIRCUITO	EQUIPO	E1	E3	TOTAL	FASE			CORRIENTE NOMINAL	I REGIMEN = 1.25 x Icont+I No Cont.	FACTOR DE TEMP.	FACTOR DE AGRUP.	I CONDUCTOR
POTENCIA	DESCRIPCIÓN	753 WATTS	1,164 WATTS	WATTS	A	B	C	AMP.	AMP.	F.T.	F.A.	AMP.
CCM-1,3	EQUIPS N9	1		753	377	377		8.80	11.00	0.82	0.7	19.16
CCM-2,4	EQUIPS N6	1		753	377		377	8.80	11.00	0.82	0.7	19.16
CCM-2,4	EQUIPS N7	1		753		377	377	8.80	11.00	0.82	0.7	19.16
CCM-5,7,9	EQUIPS N4		1	1164	388	388	388	7	8.25	0.82	0.7	14.37
TOT. WATTS	ALIMENTADOR	2259	1164	3423	1,141	1,141	1,141	26	25.85	0.82	0.8	39.41

CATALOGO:
ITM. PRINCIP. 3P-30 A
ESPACIOS: 8
BARRAS: 125

$$\text{DES \%} = \frac{1141 - 1141}{1141} \times 100 = 0.00\%$$

LONG.	INT.	TEMP. DEL AISLA	CONDUCTOR FASE	CONDUCTOR NEUTRO	CONDUCTOR ES X FASE	AISLAMIEN TO TW, THW, THHW	I NOM. COND	COND. TIERRA DESNUDO	CHAROLA / TUBO CONDUIT	MATERIAL	CANALIZACION		SECCIÓN CONDUCTOR	IMPEDANCI A Ze	CAIDA TENSIÓN
MTS	TERM.	°C	AWG O MCM	AWG O MCM	NUMERO	XHHW, XHHW-2	AMP.	CAL.	"CHA/TC"	"Cu/Al"	PVC, AL, FE	SECCION TUBERIA	mm²	Ω/km	%
18.00	2P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	3.31	6.017	0.87
5.00	2P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	3.31	6.0171543	0.417
5.00	2P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	3.31	6.0171543	0.417
15.00	3P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	3.31	6.0171543	0.938
12.00	3P- 30 A	75	8	8	1	THW-LS	50	10	TC	Cu	PVC	1T-27mm	8.37	2.3785389	0.581

9.8Cuadro de Cargas “EQUIPOS ESPECIALES”.

DIRECCIÓN:
OBRA:
TABLERO:
FASES: 2F
HILOS: 3H
VOLTAJE: 220 / 127 VCA

TIPO:
ESTADO: CHIHUAHUA CHIHUAHUA
TEM. AMBIENTE: 40 40
ACOMETIDA: ZAPATAS PRINCIPALES

CIRCUITO	EQUIPO	EQ1	EQ2	EQ3	EQ4	EQ5	EQ6	EQ7	EQ8	EQ9	EQ9	TOTAL	FASE			CORRIENTE NOMINAL	I REGIMEN = 1.25 x Icont+I No Cont.	FACTOR DE TEMP.	FACTOR DE AGRUP.
POTENCIA	DESCRIPCIÓN	300 WATTS	3,000 WATTS	2,600 WATTS	3,600 WATTS	200 WATTS	250 WATTS	800 WATTS	250 WATTS	200 WATTS	600 WATTS	WATTS	A	B	C	AMP.	AMP.	F.T.	F.A.
ESP-1	ACCESO S1	2										600	600			5.25	6.56	0.82	0.8
ESP-2	ACCESO PB	3										900	900			7.87	9.84	0.82	0.7
ESP-3	ESTACIONAMIENTO S1,S2					2			1			650		650		5.69	7.11	0.82	0.8
ESP-4	DETECCION DE HUMOS										1	600		600		5.25	6.56	0.82	0.8
ESP-5	CONTACTO RACK		1									3000			3,000	26.25	32.81	0.82	1
ESP-6	CONTROL SITE						1			1		450			450	3.94	4.92	0.82	0.8
ESP-7	DETECCION SONTANO 1							1				800		800		7.00	8.75	0.82	0.8
ESP-8	TORNIQUETE LOBBY P				2							400	400			3.50	4.37	0.82	0.7
ESP-9	FUENTE DETECCION DE HUMOS							1				800		800		7.00	8.75	0.82	0.8
ESP-11	FUENTE DE ELEVADORES									2		400			400	3.50	4.37	0.82	0.8
ESP-13	TORNIQUETE LOBBY P				2							400			400	3.50	4.37	0.82	0.7
ESP-14,16	TAB-REG				1							3600	1,800	1,644		18.18	22.73	0.82	1
ESP-19	CONTROL CASETA					1	1					450	450			3.94	4.92	0.82	0.7
TOT. WATTS	ALIMENTADOR	1500	3000	0	3600	1400	500	1600	250	600	600	13,050	4,150	4,494	4,250	38.05	47.57	0.82	0.8

CATALOGO:
ITM. PRINCIP.: 3P-70 A
ESPACIOS: 8
BARRAS: 125

$$\text{DES \%} = \frac{4494 - 4150}{4494} \times 100 = 7.65\%$$

I CONDUCTOR	LONG.	INT.	TEMP. DEL AISLA	CONDUCTOR FASE	CONDUCTOR NEUTRO	CONDUCTOR ES X FASE	AISLAMIEN TO TW, THW, THHW	I NOM. COND	COND. TIERRA DESNUDO	CHAROLA / TUBO CONDUIT	MATERIAL	CANALIZACION		SECCIÓN CONDUCTOR	IMPEDANCI A Ze	CAIDA TENSION
AMP.	MTS	TERM.	°C	AWG O MCM	AWG O MCM	NUMERO	XHHW, XHHW-2	AMP.	CAL.	"CHA/TC"	"Cu/Al"	PVC, AL, FE	SECCION TUBERIA	mm²	Ω/km	%
8.00	60.50	1P- 20 A	75	10	10	1	THW-LS	35	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	5.26	3.581	1.79
13.72	64.35	1P- 20 A	75	10	10	1	THW-LS	35	12	TC	Cu	PVC	1T-27mm	5.26	3.581	2.86
8.67	66.00	1P- 20 A	75	10	10	1	THW-LS	35	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	5.26	3.581	2.12
8.00	8.00	1P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	3.31	6.017	0.40
32.01	5.00	1P- 40 A	75	8	8	1	THW-LS	50	12	TC	Cu	PVC	1T-27mm	8.37	2.379	0.49
6.00	8.00	1P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	3.31	6.017	0.30
10.67	60.00	1P- 20 A	75	10	10	1	THW-LS	35	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	5.26	3.581	2.37
6.10	96.00	1P- 20 A	75	10	10	1	THW-LS	35	12	TC	Cu	PVC	1T-27mm	5.26	3.581	1.89
10.67	8.00	1P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	3.31	6.017	0.53
5.33	38.00	1P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	3.31	6.017	1.26
6.10	96.00	1P- 20 A	75	10	10	1	THW-LS	35	12	TC	Cu	PVC	1T-27mm	5.26	3.581	1.89
22.17	18.18	2P- 30 A	75	6	6	1	THW-LS	65	12	TC	Cu	PVC	1T-27mm	13.3	1.522	0.46
6.86	60.00	1P- 20 A	75	10	10	1	THW-LS	35	12	TC	Cu	PVC	1T-27mm	5.26	3.581	1.33
58.01	23.00	3P- 70 A	75	2	2	1	XHHW-2	40	10	TC	Al	PVC	1T-35 mm	33.6	1.010	0.70

9.9Cuadro de Cargas “TABLERO DERIVADO CC”.

DIRECCIÓN:
OBRA:
TABLERO:
FASES: 2F
HILOS: 3H
VOLTAJE: 220 / 127 VCA

TIPO:
ESTADO: CHIHUAHUA
TEM. AMBIENTE: 40
ACOMETIDA: ZAPATAS PRINCIPALES

CIRCUITO	EQUIPO	ALUM	ALUM	ALUM	ALUM	ALUM	ALUM	CON	TOTAL	FASE		CORRIENTE NOMINAL	I REGIMEN = 1.25 x Icont+I No Cont.	FACTOR DE TEMP.	FACTOR DE AGRUP.	I CONDUCTOR
POTENCIA	DESCRIPCIÓN	756 WATTS	34 WATTS	79 WATTS	1,060 WATTS	478 WATTS	7 WATTS	162 WATTS	WATTS	A	B	AMP.	AMP.	F.T.	F.A.	AMP.
CC-1,3	ALUM-ESTACIONAMIENTO 2	1							756	378	378	3.82	3.82	0.82	0.8	5.82
CC-2	ALUM-EMERGENCIA2		1						34		34	0.29	0.29	0.82	0.8	0.45
CC-4	ALUM-EMERGENCIA 3-5			1					79		79	0.69	0.69	0.82	0.7	1.21
CC-5,7	ALUM-ESTACIONAMIENTO 3				1				1,060	530	530	5.35	5.35	0.82	0.8	8.16
CC-6	ESTANCIA 2					1			478	478		4.18	4.18	0.82	0.8	6.37
CC-9,11	ALUM-ESTACIONAMIENTO 4				1				1,060	530	530	5.35	5.35	0.82	0.7	9.33
CC-10,12	ALUM-ESTACIONAMIENTO 5				1				1,060	530	530	5.35	5.35	0.82	0.7	9.33
CC-13	CONTACTOS ESTACIONAMIENTO 2-5							4	648	648		5.67	5.67	0.82	0.8	8.64
CC-15	CUBO DE ELEVADORES						8	4	704		704	6.16	6.16	0.82	0.8	9.39
TOT. WATTS	ALIMENTADOR	756	33.6	79.2	3180	478	56	1296	5,879	3,094	2,785	29.69	29.69	0.82	1	36.21

CATALOGO:
ITM. PRINCIP. ZAPATAS
ESPACIOS: 8
BARRAS: 125

$$\text{DES \%} = \frac{3094 - 2785}{3094} \times 100 = 9.99\%$$

i.	INT.	TEMP. DEL AISLA	CONDUCTOR FASE	CONDUCTOR NEUTRO	CONDUCTOR ES X FASE	AISLAMIEN TO TW, THW, THHW	I NOM. COND	COND. TIERRA DESNUDO	CHAROLA / TUBO CONDUIT	MATERIAL	CANALIZACION		SECCIÓN CONDUCTOR	IMPEDANCI A Ze	CAIDA TENSION
MTS	TERM.	°C	AWG O MCM	AWG O MCM	NUMERO	XHHW, XHHW-2	AMP.	CAL.	"CHA/TC"	"Cu/Al"	PVC, AL, FE	SECCION TUBERIA	mm ²	Ω/km	%
69.00	2P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	FE	1T-21mm	3.31	6.037	1.45
120.00	1P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	FE	1T-21mm	3.31	6.037	0.34
102.00	1P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	FE	1T-21mm	3.31	6.037	0.67
79.00	1P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	FE	1T-21mm	3.31	6.037	4.02
29.00	1P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	FE	1T-21mm	3.31	6.037	1.15
83.00	2P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	FE	1T-21mm	3.31	6.037	2.44
87.00	2P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	FE	1T-21mm	3.31	6.037	2.56
30.00	1P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	FE	1T-21mm	3.31	6.037	1.62
20.00	1P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	FE	1T-21mm	3.31	6.037	1.17
59.00	ZAP ATAS	75	4	4	1	XHHW-2	40	10	TC	Al	FE	1T-27 mm	21.2	1.589	2.53

9.10 Cuadro de Cargas “TABLERO DERIVADO BC”.

DIRECCIÓN: OBRA: TABLERO: FASES: 2F HILOS: 3H VOLTAJE: 220 / 127 VCA															TIPO: ESTADO: CHIHUAHUA CHIHUAHUA TEM. AMBIENTE: 40 40 ACOMETIDA: ZAPATAS PRINCIPALES									
CIRCUITO	EQUIPO	ALU	ALU	ALU	ALU	ALU	ALU	ALU	ALU	HVAC	HVAC	CONT	CONT	TOTAL	FASE			CORRIENTE NOMINAL	I REGIMEN = 1.25 x Icont+I No Cont.	FACTOR DE TEMP.	FACTOR DE AGRUP.	I CONDUCTOR		
POTENCIA	DESCRIPCIÓN	127 WATTS	988 WATTS	504 WATTS	560 WATTS	218 WATTS	228 WATTS	406 WATTS	465 WATTS	2,200 WATTS	3,300 WATTS	162 WATTS	1,300 WATTS	WATTS	A	B	C	AMP.	AMP.	F.T.	F.A.	AMP.		
BC-1	BODEGA N6	1												127	127.00			1.11	1.11	0.82	0.7	1.94		
BC-2,4	ESTACIONAMIENTO N6		1											988	494.00		494.00	4.99	4.99	0.82	0.7	8.69		
BC-5	ALU-EM-N7			1										504	504			4.41	4.41	0.82	0.7	7.68		
BC-6	ALU-PASILLOS N7				1									560		560		4.90	4.90	0.82	0.7	8.54		
BC-7	ALU-EM-N8						1							228	228.00			1.99	1.99	0.82	0.7	3.48		
BC-8	ALU-PASILLOS N8								1					465		465.00		4.07	4.07	0.82	0.7	7.09		
BC-9	ALU-EM-N9					1								218	218.00			1.91	1.91	0.82	0.7	3.32		
BC-10	ALU-PASILLOS N9								1					465		465.00		4.07	4.07	0.82	0.7	7.09		
BC-11	CONTACTOS N7-9											8		1,296			1296	11.34	11.34	0.82	1	13.83		
BC-12,14	AA LOBBY N7										1			3,300	1650.00	1650.00		16.67	20.83	0.82	0.8	25.41		
BC-13,15	AA CLUB MEDICO 3TR										1			3,300		1650.00	1650	16.67	20.83	0.82	0.8	25.41		
BC-16,18	AA LUDOTECA 3TR										1			3,300	1650.00		1650	16.67	20.83	0.82	0.8	25.41		
TOT. WATTS	ALIMENTADOR	127	988	504	560	218	228	0	930	0	9900	1296	0	14,751	4,871	4,790	5,090	43.01	43.01	0.88	0.8	61.10		

CATALOGO:

ITM. 3P-100 A

ESPACIOS: 8

BARRAS: 125

$$\text{DES \%} = \frac{5090 - 4790}{5090} \times 100 = 5.89\%$$

.ONG.	INT.	TEMP. DEL AISLA	CONDUCTOR FASE	CONDUCTOR NEUTRO	CONDUCTOR ES X FASE	AISLAMIEN TO TW, THW, THHW	I NOM. COND	COND. TIERRA DESNUDO	CHAROLA / TUBO CONDUIT	MATERIAL	CANALIZACION		SECCIÓN CONDUCTOR	IMPEDANCI A Ze	CAIDA TENSIÓN
MTS	TERM.	°C	AWG O MCM	AWG O MCM	NUMERO	XHHW, XHHW-2	AMP.	CAL.	"CHA/TC"	"Cu/Al"	PVC, AL, FE	SECCION TUBERIA	mm²	Ω/km	%
102.00	1P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	3.31	6.017	1.07
83.00	2P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	3.31	6.017	3.92
33.00	1P- 20 A	75	10	10	1	THW-LS	35	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	5.26	3.581	0.82
37.00	1P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	3.31	6.017	1.72
37.00	1P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	3.31	6.017	0.70
40.00	1P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	3.31	6.017	1.54
27.00	1P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	3.31	6.017	0.49
29.00	1P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	3.31	6.017	1.12
27.00	1P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	3.31	6.017	2.90
24.00	2P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	3.31	6.017	3.79
23.00	2P- 30 A	75	10	10	1	THW-LS	35	10	TC	Cu	PVC	1T-21mm	5.26	3.581	2.16
30.00	2P- 30 A	75	10	10	1	THW-LS	35	10	TC	Cu	PVC	1T-21mm	5.26	3.581	2.82
67.00	3P- 100 A	75	2/0	2/0	1	XHHW-2	135	6	TC	Al	PVC	1T-53 mm	67.43	0.529	1.20

9.1 Cuadro de Cargas “TABLERO DERIVADO AC”.

DIRECCIÓN:
OBRA:
TABLERO:
FASES: 2F
HILOS: 3H
VOLTAJE: 220 / 127 VCA

TIPO:
ESTADO: CHIHUAHUA
TEM. AMBIENTE: 40
ACOMETIDA: ZAPATAS PRINCIPALES

CIRCUITO	EQUIPO	ALU	ALU	ALU	ALU	ALU	ALU	CONT	TOTAL	FASE		CORRIENTE NOMINAL	I REGIMEN = 1.25 x Icont+I No Cont.	FACTOR DE TEMP.	FACTOR DE AGRUP.	I CONDUCTOR
POTENCIA	DESCRIPCIÓN	68 WATTS	176 WATTS	249 WATTS	230 WATTS	280 WATTS	18 WATTS	162 WATTS	WATTS	A	B	AMP.	AMP.	F. T.	F. A.	AMP.
AC-1	BAÑOS N11		1						176	176		1.54	1.54	0.82	0.7	2.68
AC-2	ALU-PASILLOS N12			1					249	249		2.18	2.18	0.82	0.7	3.80
AC-3	Contactos N10-N12-1							4	648		648	5.67	5.67	0.82	0.8	8.64
AC-4	BAÑOS AZOTEA		1						176		176	1.54	1.54	0.82	0.7	2.68
AC-5	PASILLOS N11				1				230	230		2.01	2.01	0.82	0.7	3.51
AC-6	CONTACTOS AZOTEA							2	324	324		2.83	2.83	0.82	0.8	4.32
AC-7	CUBO DE ELEVADORES EDIFICIO						13	2	558		558	4.88	4.88	0.82	0.8	7.44
AC-8	CUBO DE ELEVADORES SOTANO						20	4	1,008	1,008		8.82	8.82	0.82	0.8	13.44
AC-9	ALU-PASILLOS N10					1			280		280	2.45	2.45	0.82	0.8	3.73
AC-10	Contactos N10-N12-2							4	648		648	5.67	5.67	0.82	0.8	8.64
AC-11	ALUM-EMERGENCIA N10		1						176	176		1.54	1.54	0.82	0.8	2.35
AC-12	LAMPAR DE OBSTRUCCION	1							68	68		0.59	0.59	0.82	0.8	0.91
TOT. WATTS	ALIMENTADOR	68	528	249	230	280	594	2592	4,541	2,231	2,310	22.93	22.93	0.82	1	27.97

CATALOGO:
ITM. 2P-40 A
ESPACIOS: 8
BARRAS: 125

$$\text{DES \%} = \frac{2310 - 2231}{2310} \times 100 = 3.42\%$$

LONG.	INT.	TEMP. DEL AISLA	CONDUCTOR FASE	CONDUCTOR NEUTRO	CONDUCTOR ES X FASE	AISLAMIENTO TO TW, THW, THHW	I NOM. COND	COND. TIERRA DESNUDO	CHAROLA / TUBO CONDUIT	MATERIAL	CANALIZACION		SECCIÓN CONDUCTOR	IMPEDANCI A Ze	CAIDA TENSIÓN
MTS	TERM.	°C	AWG O MCM	AWG O MCM	NUMERO	XHHW, XHHW-2	AMP.	CAL.	"CHA/TC"	"Cu/Al"	PVC, AL, FE	SECCION TUBERIA	mm²	Ω/km	%
30.00	1P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	3.31	6.017	0.44
35.00	1P- 20 A	75	14	14	1	THW-LS	20	14	TC	Cu	PVC	1T-16 mm	2.08	9.263	1.11
30.00	1P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	3.31	6.017	1.61
33.00	1P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	3.31	6.017	0.48
32.00	1P- 20 A	75	14	14	1	THW-LS	20	14	TC	Cu	PVC	1T-16 mm	2.08	9.263	0.94
22.00	1P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	3.31	6.017	0.59
65.00	1P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	3.31	6.017	3.01
35.00	1P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	3.31	6.017	2.92
32.00	1P- 20 A	75	14	14	1	THW-LS	20	14	TC	Cu	PVC	1T-16 mm	2.08	9.263	1.14
30.00	1P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	3.31	6.017	1.61
30.00	1P- 20 A	75	14	14	1	THW-LS	20	14	TC	Cu	PVC	1T-16 mm	2.08	9.263	0.67
88.00	1P- 20 A	75	14	14	1	THW-LS	20	14	TC	Cu	FE	1T-16 mm	2.08	9.285	0.77
82.00	2P- 40 A	75	2	2	1	XHHW-2	90	8	TC	Al	PVC	1T-27 mm	33.6	1.010	1.73

9.1 Cuadro de Cargas “CARGAS REGULADAS”.

SECCIÓN:
OBRA:
TABLERO:
FASES: 2F
HILOS: 3H
VOLTAJE: 220 / 127 VCA

TIPO:
ESTADO: CHIHUAHUA
TEM. AMBIENTE: 40
ACOMETIDA: ZAPATAS PRINCIPALES

CUITO	EQUIPO	E1	E2	E3	TOTAL	FASE		CORRIENTE NOMINAL	I REGIMEN = 1.25 x Icont+I No Cont.	FACTOR DE TEMP.	FACTOR DE AGRUP.	I CONDUCTOR
POTENCIA	DESCRIPCIÓN	200 WATTS	1,000 WATTS	800 WATTS	WATTS	A	B	AMP.	AMP.	F.T.	F.A.	AMP.
REG-1	EQUIPS N9			1	800	800		7.00	8.75	0.82	0.8	13.34
REG-2	EQUIPS N6		1		1,000	1,000		8.75	10.94	0.82	1	13.34
REG-3	EQUIPS N4			1	800		800	7.00	8.75	0.82	1	10.67
REG-4	FUENTE REMOTA 1	2			400		400	3.50	4.37	0.82	0.8	6.67
REG-7	FUENTE REMOTA 2	3			600		600	5.25	6.56	0.82	0.8	10.00
TOT. WATTS	ALIMENTADOR	1000	1000	1600	3,600	1,800	1,800	18.18	18.18	0.82	1	22.17

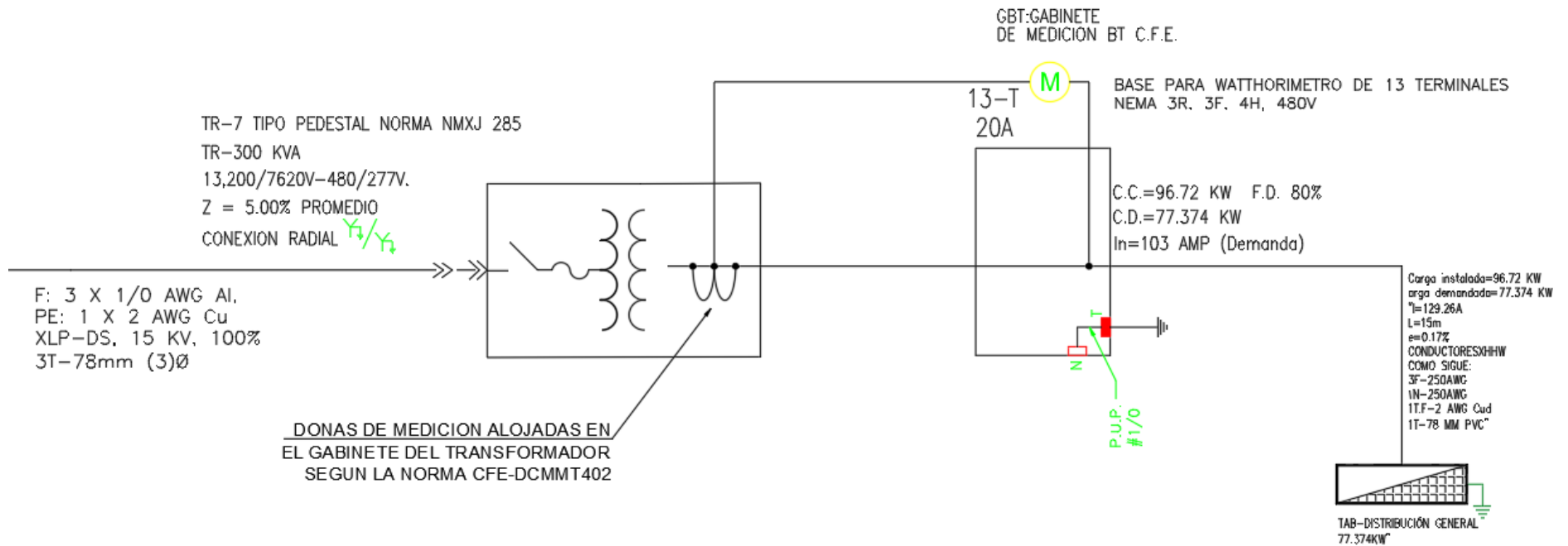
CATALOGO:
ITM. PRINCIP. 2P-30 A
ESPACIOS: 8
BARRAS: 125

$$DES \% = \frac{1800 - 1800}{1800} \times 100 = 0.00\%$$

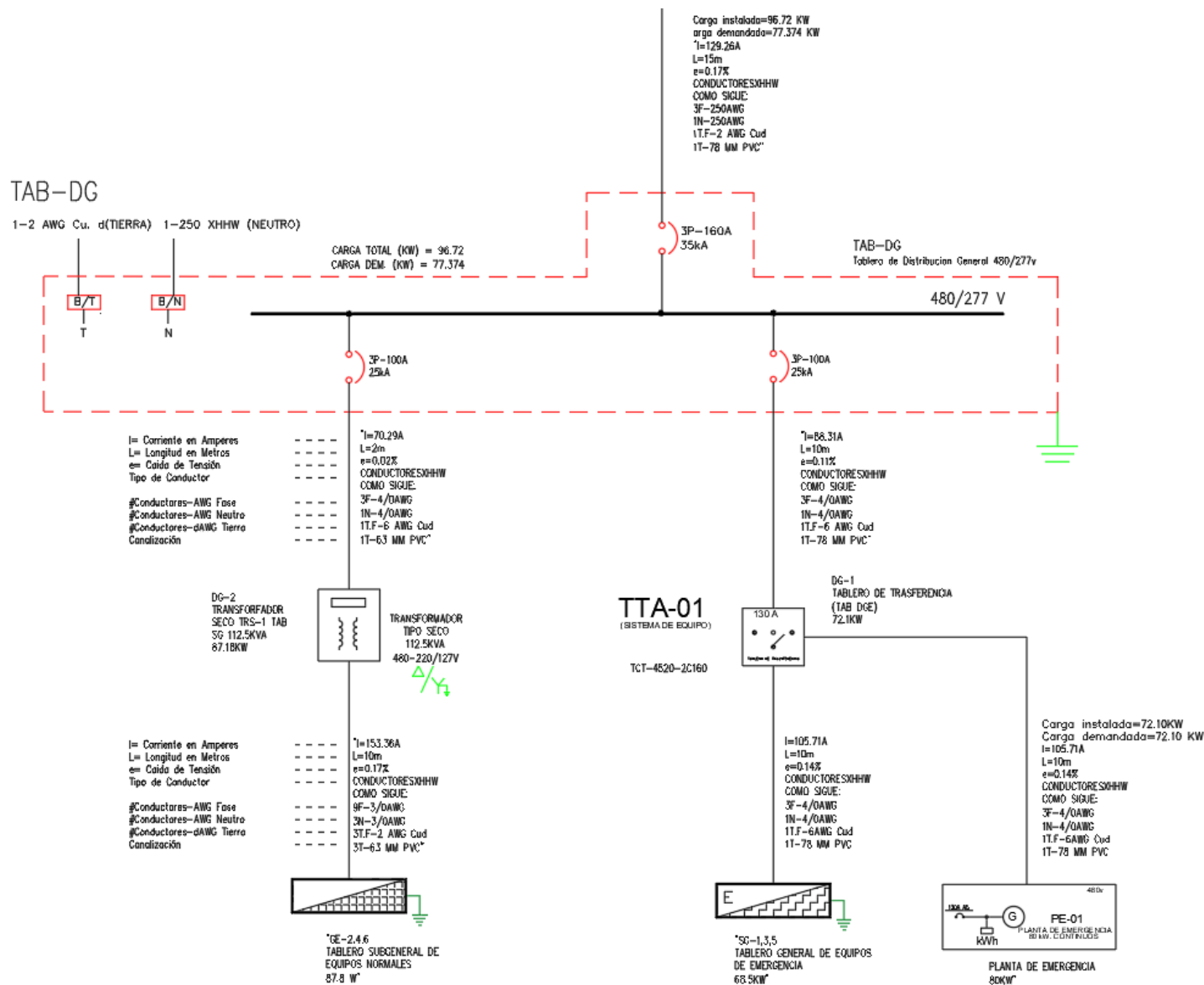
KG.	INT.	TEMP. DEL AISLA	CONDUCTOR FASE	CONDUCTOR NEUTRO	CONDUCTOR ES X FASE	AISLAMIENTO TO TW, THW, THHW	I NOM. COND	COND. TIERRA DESNUDO	CHAROLA / TUBO CONDUIT	MATERIAL	CANALIZACION		SECCIÓN CONDUCTOR	IMPEDANCIA Ze	CAIDA TENSIÓN
MTS	TERM.	°C	AWG O MCM	AWG O MCM	NUMERO	XHHW, XHHW-2	AMP.	CAL.	"CHA/TC"	"Cu/Al"	PVC, AL, FE	SECCION TUBERIA	mm²	Ω/km	%
00	1P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	3.31	6.017	1.19
5.00	1P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	3.31	6.017	0.41
15.00	1P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	3.31	6.017	0.99
45.00	1P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	3.31	6.017	1.49
45.00	1P- 20 A	75	12	12	1	THW-LS	25	12	TC	Cu	PVC	1T-21mm	3.31	6.017	2.24
45.00	2P- 30 A	75	6	6	1	XHHW-2	50	2/0	TC	Al	PVC	1T-27 mm	13.3	2.467	1.83

10 DIAGRAMAS UNIFILARES BAJA TENSION:

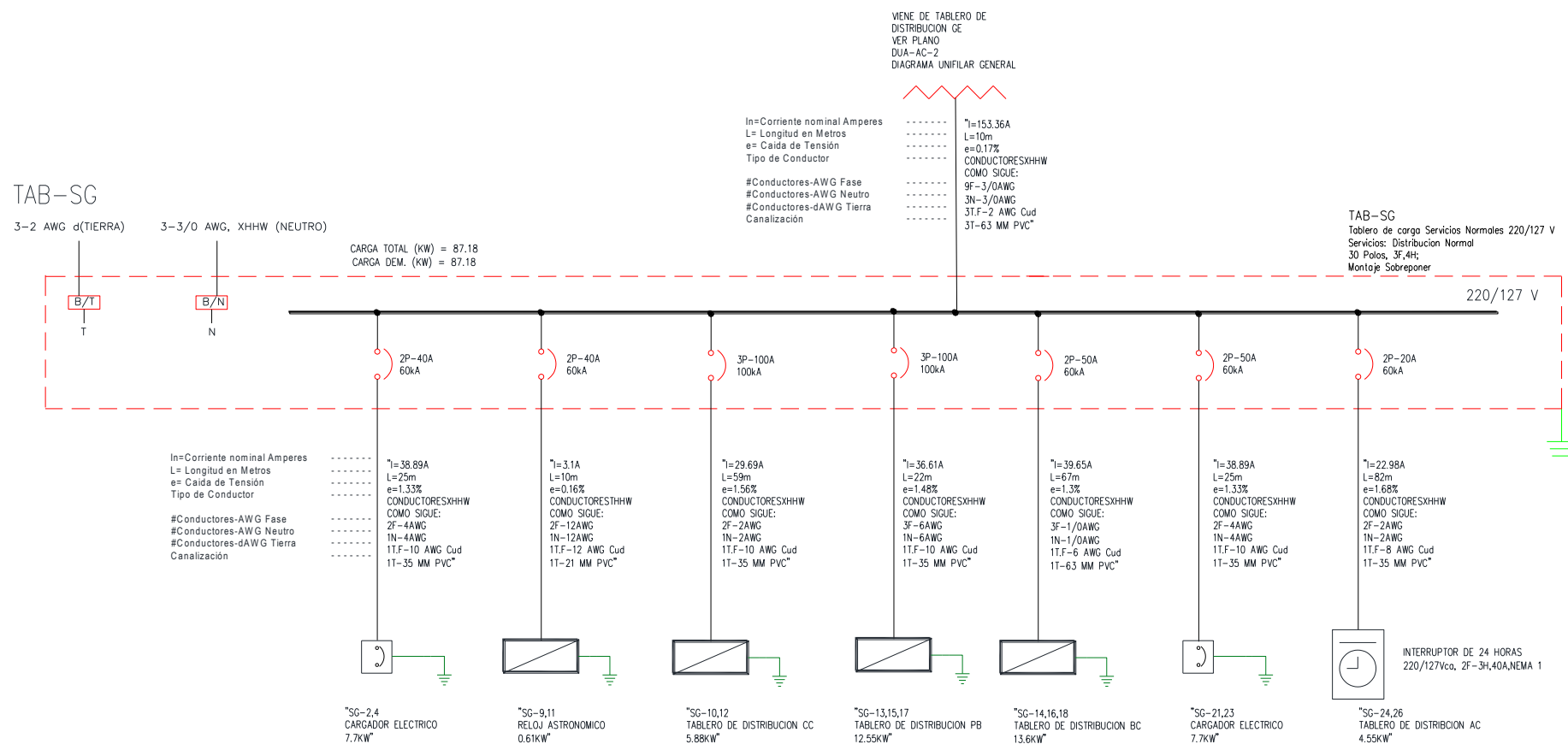
10.1 Transformador principal de áreas comunes



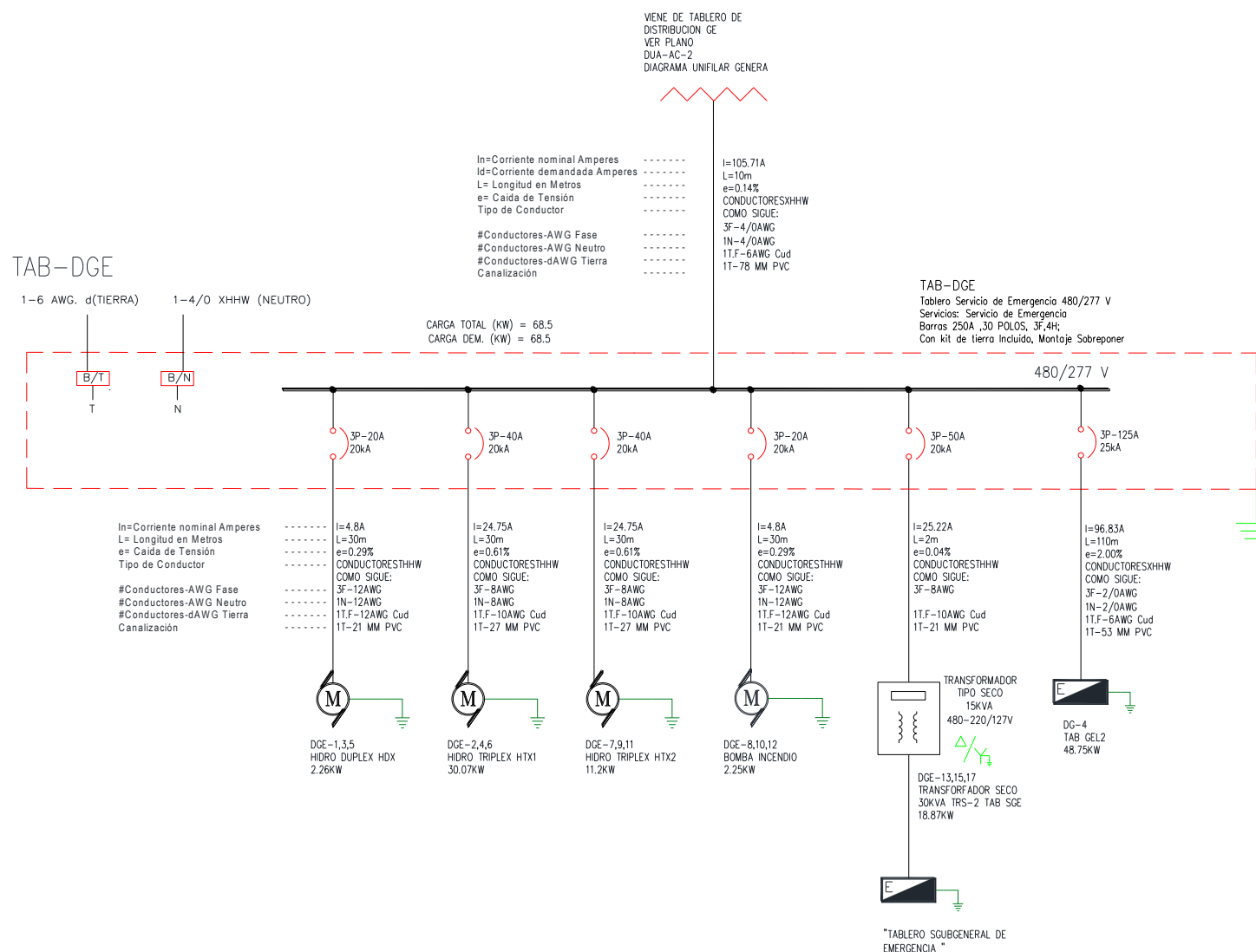
10.2 Diagrama unifilar y cuadro de cargas del tablero de “Distribución General”



10.3 2.Tablero sub-general para equipos normales, cargadores para automóviles eléctricos y reloj astronómico servicios 220/127V.



10.4 3.Tablero Sub-General de emergencias para equipos especiales, elevadores e hidrosanitarios 480/220V.



10.5 Tablero Sub-General de emergencias para equipos regulados y centro de control de motores y bombas de recirculación de aire.

