



REPORTE TECNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN ALTA Y BAJA TENSIÓN DE LA ESCUELA
CECYTEC DE TUXTLA

CARRERA: INGENIERÍA ELÉCTRICA

AUTOR: ESDRAS HERNANDEZ MORALES

NO. CONTROL: 14270487

CORREO: esdrasdm1@gmail.com

ASESOR INTERNO: ING. MANDUJANO CABRERA ARIOSTO

TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS, DICIEMBRE 2018

Contenido

| | | |
|-----------|--------------------------------------|-----------|
| 1 | Introducción | 1 |
| 1.1 | Antecedentes | 1 |
| 1.2 | Estado del arte | 2 |
| 1.3 | Justificación | 3 |
| 1.4 | Objetivo | 3 |
| 1.4.1 | Objetivos particulares | 3 |
| 1.5 | Metodología | 4 |
| 2 | fundamento teórico | 5 |
| 2.1 | instalaciones eléctricas | 5 |
| 2.2 | Partes de un circuito eléctrico | 6 |
| 2.3 | instrumentos de medición eléctrica | 7 |
| 2.4 | Corriente eléctrica | 8 |
| 2.5 | Medición de la corriente eléctrica | 8 |
| 2.6 | voltaje o diferencia de potencial | 9 |
| 2.7 | el concepto de resistencia eléctrica | 9 |
| 2.8 | ley de ohm | 10 |
| 2.9 | potencia y energía eléctrica | 11 |
| 2.9.1 | medición de la potencia | 11 |
| 2.9.2 | la energía eléctrica | 11 |
| 2.10 | Circuitos Trifásicos | 12 |
| 2.10.1 | conexión estrella | 12 |
| 2.10.2 | conexión delta | 13 |
| 2.11 | tensión de suministro | 15 |
| 2.12 | subestaciones eléctricas | 15 |
| 2.12.1 | conexión de transformadores | 16 |
| 2.13 | canalizaciones | 23 |
| 2.14 | charolas | 24 |
| 2.15 | conductores eléctricos | 27 |
| 2.16 | contactos de corriente regulada | 29 |
| 2.17 | Medidas preventivas | 30 |
| 3. | Desarrollo | 31 |
| 3.1 | sembrado eléctrico y cálculos. | 31 |
| 3.2 | Desarrollo practico | 39 |
| 4. | conclusión | 47 |
| 5. | Referencias | 53 |

6. Anexos54

1. Introducción

1.1 Antecedentes

Para poder dar uso a la electricidad se requieren de todo un conjunto de instalaciones, con distintas funciones, pero con un solo propósito, llevar la energía eléctrica a satisfacer necesidades, las instalaciones eléctricas tienen distintos grados de complejidad dependiendo del lugar que ocupen dentro de las instalaciones y de la función a desempeñar.

Las instalaciones eléctricas son parte esencial de nuestras vidas, pues a diario y cada hora estamos haciendo uso de equipos que funcionan gracias al suministro de energía que estas brindan, ya sea en nuestro hogar, centro de labores, locales públicos y hasta en la calle. Por tal, es muy importante que se realice un excelente trabajo al momento de hacer una instalación eléctrica, para obtener el mejor rendimiento en energía y sobretodo que nos brinde la seguridad óptima.

Sabido es que la energía eléctrica es muy importante para el hombre, sin embargo, también significa un riesgo en la vida, puesto que existe la posibilidad de que las instalaciones eléctricas no tengan la ubicación estratégica correcta, entonces es necesario establecer la máxima seguridad para cuidar la integridad de los usuarios, empresa o industria, todo esto bajo un criterio económico y eficiente.

Cumplir con las normas vigentes es pues un factor determinante ya que una instalación eléctrica mal ejecutada pone en riesgo la vida de las personas, tanto de los trabajadores como la de los usuarios, de ahí la necesidad de contratar equipo y mano de obra de calidad, que garanticen la seguridad, funcionalidad y ahorro energético, y confiabilidad de las redes eléctricas.

Todas las instalaciones eléctricas, tienen que estar correctamente protegidas contra efectos peligrosos térmicos y dinámicos, que se puedan producir como consecuencia de corrientes de cortocircuito, y las de sobrecarga, cuando éstas puedan producir averías y daños tanto en las citadas instalaciones eléctricas, como en maquinaria o equipos y motores.

Si cuidar que las instalaciones eléctricas sean las adecuadas para la vida cotidiana es importante, es mucho más relevante considerar que atender instalaciones eléctricas en espacios administrativos de tipo escolar donde la afluencia de personas cada día es considerable por los diferentes trámites que se atienden, así como por los diversos equipos que se utilizan para garantizar que todo funcione, le otorga a este proyecto como producto del trabajo del ingeniero eléctrico un valor y uso indiscutible.

1.2 Estado del arte

El tema de las instalaciones eléctricas ha sido abordado de manera muy abundante y la literatura existente en investigación lo refleja de manera muy puntual, para la integración de este proyecto se acudió a las siguientes investigaciones, procurando rescatar aportaciones no solo de México sino de otros países como por ejemplo el caso de Ecuador aquí en Latinoamérica y de España en el caso de Europa. Los estudios se presentan de manera cronológica a partir de 2013 a 2018.

Ugalde Vargas (2013) presenta estudio denominado: “Cálculo y selección de conductores aislados para instalaciones eléctricas en baja, media y alta tensión” desarrollado en México, el objetivo del proyecto consistió en identificar y seleccionar y presentar información sobre conductores aislados en las instalaciones eléctricas en todos los niveles de tensión, destacando la importancia de la selección adecuada de éstos para garantizar el funcionamiento exitoso de toda instalación eléctrica.

Sanfélix (2014) en estudio denominado “Proyecto de instalaciones eléctricas de baja tensión en una industria de fabricación de conductos de PVC y PE ubicada en el P.I Nuevo Tollo (UTIEL)” mismo que se realizó en España y que presenta como objetivo diseñar los elementos que conforman la instalación eléctrica de baja tensión del edificio industrial desde la salida del centro de transformación hasta el diseño de todos los elementos necesarios para la puesta en marcha de cada uno de los locales que componen el edificio.

González, Morante y Vicuña (2015) realizan proyecto “Estudio de un sistema de distribución y acometidas en baja tensión” realizado en Guayaquil, Ecuador, cuyo tema central aborda las redes eléctricas de media y baja tensión que es aquella que arranca de red de la empresa eléctrica con unos, dos o tres conductores activos y uno conectado al neutro o tierra del sistema con un nivel de tensión de hasta 600 voltios llamándose baja tensión o sobre 600 voltios y hasta 15 KV llamada media tensión.

López y Neria (2015) estudio realizado en la Cd. de México denominado “Manual de operación y mantenimiento de la red eléctrica en media tensión de Cd. Universitaria UNAM” muestra a partir de un manual los criterios generales que se deben considerar para garantizar la correcta operación del sistema de distribución eléctrica en media tensión.

Cortés y Galicia (2016) presentan proyecto denominado: “Diseño eléctrico de la instalación de un Hotel 5 estrellas” estudio realizado por investigadores del Instituto Politécnico Nacional y que planteó como objetivo realizar mediante la aplicación correcta de la ingeniería el diseño de un sistema eléctrico para un hotel de cinco estrellas cuidando el cumplimiento de los aspectos normativos que se manifiestan dentro del servicio público de la ingeniería eléctrica en México.

Pailacho Aingla (2018) presenta estudio denominado: “Evaluación, diagnóstico y rediseño de las instalaciones eléctricas del Colegio Técnico Agropecuario Eduardo Salazar Gómez de Pifo” estudio realizado en Quito, Ecuador, el cual

planteó como objetivo realizar una evaluación técnica detallada de la situación que presentaban las instalaciones eléctricas del colegio, realizar un levantamiento detallado de cargas eléctricas, realizar un diseño eficiente de las instalaciones de conformidad con normas técnicas, así como elaborar el análisis de costos requeridos para la implementación del nuevo diseño.

Burneo Celi (2018) con proyecto “Plan de modernización de instalaciones eléctricas para la empresa Invedelca S.A” realizado en Ecuador estableció como objetivo realizar el estudio, diseño y guía de implementación para la modernización de las instalaciones eléctricas de la empresa Invedelca S.A garantizando su adecuado funcionamiento actual y futuro cumpliendo con índices de calidad y eficiencia energética.

1.3 Justificación

En este trabajo se presenta la solución que se le ha dado al proyecto presentado, optando por implementar métodos de ahorro energético, las instalaciones eléctricas son fundamentales para el correcto funcionamiento de la sociedad actual, tanto como para usos de vida cotidiana, como laboral o por mera diversión, por lo tanto, hacerlo de una forma incorrecta puede llevar a causar graves daños.

Cada una de las instalaciones deben cumplir con los criterios necesarios basados en las leyes, reglamentos y normas que rigen nuestro país ya que son de carácter obligatorio, todos ellos basados en la ley del servicio público de la energía eléctrica, su reglamento, así como en la NOM-001-SEDE 2012 instalaciones eléctricas.

Cumplir con los aspectos normativos en sus diferentes aplicaciones es de vital importancia para desarrollar cualquier tipo de proyecto de esta naturaleza tal y como lo requieren las especificaciones técnicas para cada una de las instalaciones del tipo eléctrico, refiriéndose a un servicio que brinde total seguridad a sus usuarios y sus pertenencias.

1.4 Objetivo

El objetivo de la realización de este reporte está enfocado en dar a conocer el trabajo realizado en el proyecto de instalación eléctrica de la escuela cecytec de Tuxtla Gutiérrez, el proyecto consta en el electrificado general de la escuela cecytec, en media y baja tensión.

1.4.1 Objetivos particulares

- Aplicar el criterio correcto de leyes y reglamentos y normas oficiales mexicanas para el correcto aprovechamiento de recursos materiales, así como el cuidado al medio ambiente.
- Aplicar un correcto desarrollo de la ingeniería moderna que permita el aprovechamiento de la energía eléctrica

- Implementar la correcta solución a los problemas en el uso irracional de la energía eléctrica
- Establecer parámetros adecuados necesarios para el desarrollo de un proyecto eléctrico.

1.5 Metodología



Para este proyecto se nos brindaron los planos arquitectónicos de las instalaciones de la escuela cecytec, con los cuales comenzamos a realizar el sembrado eléctrico tanto de luminarias que consideramos adecuadas para las instalaciones y de un sistema de contactos de corriente regulada, lo que nos llevó a hacer los cálculos necesarios para la selección de las canalizaciones, los alimentadores y las protecciones a colocar, una vez realizado los cuadros de cargas de cada piso de las instalaciones, consideramos el sistema de aire acondicionado, tres bombas para llenado de agua y la iluminación exterior.

Una vez teniendo los cálculos necesarios se comenzó con las canalizaciones necesarias, para el correcto trabajo del sistema de cableado, una vez instaladas las cargas y las protecciones se procedió a alimentar los tableros uno por uno para realizar pruebas individuales tanto de los contactos como de iluminación.

2. fundamento teórico

2.1 instalaciones eléctricas

El desarrollo de la electricidad se inició aproximadamente hace un siglo habiendo cambiado desde entonces nuestras formas de vida, a partir del desarrollo experimental de Thomas Alva Edison para obtener finalmente la lámpara incandescente, se observó un desarrollo notable en los requerimientos del uso de la electricidad, no sólo para alumbrado, también para otros usos distintos, con lo que quedó establecida la necesidad de producir volúmenes considerables de energía eléctrica y medios prácticos para su distribución. Paralelamente a los usos incipientes de la electricidad aparecieron las centrales generadoras. Los sistemas de transmisión y distribución y las instalaciones eléctricas. Es decir, que para poder dar uso a la electricidad se requiere de todo un conjunto de instalaciones con distintas funciones, pero con un solo propósito, llevar la energía eléctrica a satisfacer necesidades.

Las instalaciones eléctricas pueden tener un distinto grado de complejidad dependiendo del lugar que ocupen dentro del conjunto de instalaciones y de la función a desempeñar, es así como se pueden tener instalaciones tan simples como las que se observan a diario en las casas habitación y que a simple vista se observan sus componentes como son las salidas para lámparas, en general, se puede decir que el requerimiento fundamental para la utilización de la energía eléctrica, es el llamado "circuito eléctrico"

Un circuito eléctrico en su forma más elemental consiste de una fuente de voltaje como por ejemplo una batería, un generador o cualesquiera terminales entre las cuales aparezca un voltaje o diferencia de potencial uno o más dispositivos de carga, los cuales usan la corriente suministrada por la fuente, y una trayectoria conductora cerrada formada, normalmente, por conductores eléctricos, en la vida cotidiana es posible observar algunos casos típicos de circuitos eléctricos como son:

- A). - Los circuitos de alumbrado que obtienen el voltaje de un tablero o punto de alimentación, los conductores van dentro de tubos conduit hacia las salidas en donde se conectan las cargas, la corriente que alimenta a las cargas circula cuando se cierra el circuito por medio, de los llamados apagadores de pared.
- B). - Los circuitos de fuerza o de alimentación a motores. En estos circuitos el voltaje se obtiene de un tablero o "panel" de alimentación y se lleva por medio de conductores alimentadores hasta el motor que representa la carga.
- c). Los circuitos alimentadores en cualquier circuito y que alimentan a su vez a otros circuitos llamados derivados. Ejemplos típicos de estos circuitos son las instalaciones de edificios en donde de un tablero salen las alimentaciones para distintas áreas.

Dependiendo de las características de la fuente de voltaje los circuitos pueden ser de corriente continua (c.c.) o de corriente alterna (c.a) y pueden operar con distintos rangos de voltaje. Por ejemplo, en corriente continua se tienen señales de fuerza o para control a 50v, 125v, 250v, 500v y en corriente alterna, 127 volts,

1 fase, 220 volts, 440 volts 3 fases y en tensiones superiores a 1000 volts, consideradas con "alta tensión" en las instalaciones eléctricas, se tienen otros rangos de voltaje con tensiones como 2200 volts, 4160 volts, 13800 volts y otros.

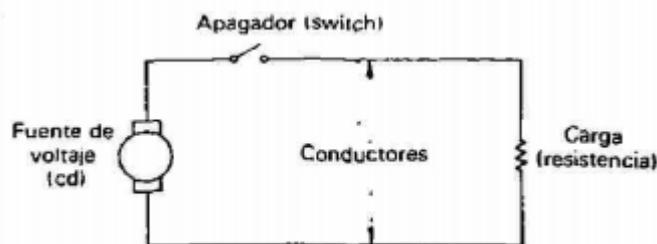
En el cálculo de las instalaciones eléctricas prácticas, ya sean del tipo residencial, industrial o comercial, se requiere del conocimiento básico de algunos conceptos de electricidad que permiten entender mejor los problemas específicos que plantean dichas instalaciones.

2.2 Partes de un circuito eléctrico

Todo circuito eléctrico práctico, sin importar qué tan simple o qué tan complejo sea, requiere de cuatro partes básicas:

- a) Una fuente de energía eléctrica que puede forzar el flujo de electrones (corriente eléctrica) a fluir a través del circuito.
- b) Conductores que transporten el flujo de electrones a través de todo el circuito.
- c) La carga, que es el dispositivo o dispositivos a los cuales se suministra la energía eléctrica.
- d) Un dispositivo de control que permita conectar o desconectar el circuito. Un diagrama elemental que muestra estos cuatro componentes básicos de un circuito se muestra a continuación en la figura 1.1.

La fuente de energía puede ser un simple contacto de una instalación eléctrica, una batería, un generador o algún otro dispositivo; de hecho, como se verá, se usan dos tipos de fuentes: de corriente alterna (CA) y de corriente directa (CD).



Por lo general, los conductores de cobre usados en las instalaciones eléctricas son alambres de cobre; se pueden usar también alambres de aluminio.

Cuando el dispositivo de control o des conectador (switch) está en posición de abierto no hay circulación de corriente o flujo de electrones; la circulación de corriente por los conductores ocurre cuando se cierra el des conectador, La carga puede estar representada por una amplia variedad de dispositivos como lámparas (focos), parrillas eléctricas, motores, lavadoras, licuadoras, planchas eléctricas, etc.

2.3 instrumentos de medición eléctrica

El voltmetro: este es un aparato o instrumento de medición construido y calibrado para dar directamente la lectura del valor de voltaje aplicado, el voltmetro se debe conectar siempre en paralelo con la carga, el circuito o elemento de circuito del cual se requiere medir. Tiene dos terminales y se conecta por medio de dos conductores directamente a través de la carga por medir el voltaje, en corriente alterna se pueden conectar indistintamente estas terminales, pero cuando se hace la medición en corriente continua se debe tener cuidado de conectar las terminales de manera tal que se correspondan: las marcas de polaridad, es decir, el positivo del voltmetro con el positivo de la carga, y en la misma forma los negativos.

El amperímetro: este es otro instrumento de lectura directa que está diseñado para medir la corriente eléctrica, es decir, amperes. Los amperímetros convencionales se deben conectar en serie con la carga o elemento del circuito a través del cual se debe medir la corriente. Debido a la propia conexión toda la corriente que fluye a través del amperímetro, es la que circula por el circuito o elemento. Otro tipo de amperímetro es el denominado amperímetro de gancho, que se "conecta" al circuito para medir en forma indirecta, es decir, magnéticamente.

Watt metro: este es también un instrumento de lectura directa que mide la potencia y es de hecho una combinación del voltímetro y del amperímetro, ya que mide volts y amperes e indica su producto, que resulta ser watts. El wattmetro básico tiene 4 terminales para conectarse al circuito que va a ser medido, dos de las terminales se conectan en serie con la carga y alimenta la sección del amperímetro del instrumento, la otras dos terminales son del voltmetro y se conectan a través de la carga.

Wathorímetro: este también es un instrumento de lectura directa que se usa para medir la cantidad de energía eléctrica que se entrega o se consume en una instalación eléctrica, es decir, mide la cantidad de trabajo desarrollado. La cantidad de energía medida, normalmente lo hace la compañía suministradora y sirve para saber el consumo que ha tenido el usuario en un determinado lapso de tiempo y de esta manera elaborar su recibo de pago.

Por medio de un mecanismo interno se correlaciona la potencia medida con el tiempo en que esta potencia ha sido- demandada. El producto de los watts y horas se indica en sistema de carátulas calibradas en la casa del medidor. Estos instrumentos se conectan en la misma forma que un wattmetro, y en la misma forma que los otros instrumentos, se usa principalmente en circuitos de corriente alterna.

Multímetro; también de nominado tester, es un dispositivo eléctrico y portátil, que le permite a una persona medir distintas magnitudes eléctricas que forman parte de un circuito, como ser corrientes, potencias, resistencias, capacidades, entre otras.

Puede medir magnitudes en distintos rangos, es decir, si sabemos que vamos a medir una corriente de 10 A (Amper) entonces, elegiremos un rango de 1 A a 50 A. Puede medir corriente continua o corriente alterna de forma digital o analógica.

Un multímetro tiene muchas funciones. A modo general sirve para medir distintas magnitudes en un circuito eléctrico. Algunas de las funciones del multímetro son:

- Medición de resistencia.
- Prueba de continuidad.
- Mediciones de tensiones de Corriente Alterna y Corriente Continua.
- Mediciones de intensidad de corrientes alterna y continua.
- Medición de la capacitancia.
- Medición de la frecuencia.
- Detección de la presencia de corriente alterna.

2.4 Corriente eléctrica

Para trabajar con circuitos eléctricos es necesario conocer la capacidad de conducción de electrones a través del circuito, es decir, cuántos electrones libres pasan por un punto dado del circuito en un segundo, A la capacidad de flujo de electrones libres se le llama corriente y se designa, en general, por la letra I , que indica la intensidad del flujo de electrones; cuando una cantidad muy elevada de electrones pasa a través de un punto en un segundo, se dice que la corriente es de 1 Ampere.

2.5 Medición de la corriente eléctrica

Se ha dicho que la corriente eléctrica es un flujo de electrones a través de un conductor, debido a que intervienen los electrones, y éstos son invisibles. Sería imposible contar cuántos de ellos pasan por un punto del circuito en 1 segundo, por (o que para medir las corrientes eléctricas se dispone, afortunadamente, de instrumentos para tal fin conocidos como: Amperímetros, miliamperímetros, o micro amperímetros, dependiendo del rango de medición requerido, estos aparatos indican directamente la cantidad de corriente (medida en amperes) que pasa a través de un circuito.

Generalmente, los amperímetros tienen diferentes escalas en la misma carátula y por medio de un selector de escala se selecciona el rango apropiado.

Dado que un amperímetro mide la corriente que pasa a través de un circuito se conecta "en serie", es decir, extremo con extremo con otros componentes del circuito y se designa con la letra A dentro de un círculo Tratándose de medición de corriente en circuitos de corriente continua, se debe tener cuidado de conectar correctamente la polaridad, es decir que, por ejemplo, el punto de polaridad negativa del amperímetro se debe conectar al punto de polaridad negativa de la fuente o al lado correspondiente en el circuito

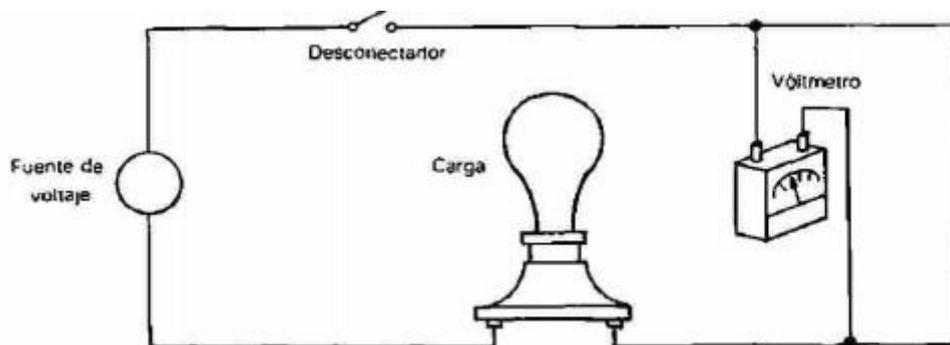
2.6 voltaje o diferencia de potencial

Cuando una fuente de energía eléctrica se conecta a través de las terminales de un circuito eléctrico completo, se crea un exceso de electrones libres en una terminal, y una deficiencia en el otro; la terminal que tiene exceso tiene carga negativa (-) y la que tiene deficiencia carga positiva (+).

En la terminal cargada positivamente, los electrones libres se encuentran más espaciados de lo normal, y las fuerzas de repulsión que actúan entre ellos se reducen. Esta fuerza de repulsión es una forma de energía potencial; también se le llama energía de posición.

Los electrones en un conductor poseen energía potencial y realizan un trabajo en el conductor poniendo a otros electrones en el conductor en una nueva posición. Es evidente que la energía potencial de los electrones libres en la terminal positiva de un circuito es menor que la energía potencial de los que se encuentran en la terminal negativa; por tanto, hay una "diferencia de energía potencial" llamada comúnmente diferencia de potencial; esta diferencia de potencial es la que crea la "presión" necesaria para hacer circular la corriente.

Debido a que en los circuitos eléctricos las fuentes de voltaje son las que crean la diferencia de potencial y que producen la circulación de corriente, también se les conoce como fuentes de fuerza electromotriz (FEM). La unidad básica de medición de la diferencia de potencial es el Volt y por lo general, se designa con la letra V o E y se mide por medio de aparatos llamados voltímetros que se conectan en paralelo con la fuente.



2.7 el concepto de resistencia eléctrica

Debido a que los electrones libres adquieren velocidad en su movimiento a lo largo del conductor, la energía potencial de la fuente de voltaje se transforma en energía cinética; es decir, los electrones adquieren energía cinética (la energía de movimiento). Antes de que los electrones se desplacen muy lejos, se producen colisiones con los iones del conductor. Un ion es simplemente un átomo o grupo de átomos que por la pérdida o ganancia de electrones libres ha adquirido una carga eléctrica. Los iones toman posiciones fijas y dan al conductor metálico su forma o característica. Como resultado de las colisiones entre los

electrones libres y los iones, los electrones libres ceden parte de su energía cinética en forma de calor o energía calorífica a los iones.

Al pasar de un punto a otro en un circuito eléctrico, un electrón libre produce muchas colisiones y, dado que la corriente es el movimiento de electrones libres, las colisiones se oponen a la corriente. Un sinónimo de oponer es resistir, de manera que se puede establecer formalmente que la resistencia es la propiedad de un circuito eléctrico de oponerse a la corriente.

La unidad de la resistencia es el ohm y se designa con la letra R; cuando la unidad ohm es muy pequeña se puede usar el kilohm, es igual a 1000 ohms. Todas las componentes que se usan en los circuitos eléctricos, tienen alguna resistencia, siendo de particular interés en las instalaciones eléctricas la resistencia de los conductores.

Cuatro factores afectan la resistencia metálica de los conductores:

- 1) su longitud
- 2) el área o sección transversal
- 3) el tipo de material del conductor
- 4) la temperatura.

La resistencia de un conductor es directamente proporcional a su longitud; es decir, que a mayor longitud del conductor el valor de la resistencia es mayor. La resistencia es inversamente proporcional al área o sección (grueso) del conductor; es decir, a medida que un conductor tiene mayor área su resistencia disminuye.

Para la medición de la resistencia se utilizan aparatos denominados óhmetros que contienen su fuente de voltaje propia que normalmente es una batería. Los óhmetros se conectan al circuito al que se va a medir la resistencia, cuando el circuito está desenergizado.

La resistencia se puede medir también por medio de aparatos llamados multímetros que integran también la medición de voltajes y corrientes. La resistencia también se puede calcular por método indirecto de voltaje y corriente.

2.8 ley de ohm

En 1825, un científico alemán, George Simón Ohm, realizó experimentos que condujeron al establecimiento de una de las más importantes leyes de los circuitos eléctricos. Tanto la ley como la unidad de resistencia eléctrica lleva su nombre en su honor.

Las tres maneras de expresar la ley de Ohm son las siguientes:

Resistencia = Voltaje/Corriente; $R = E / I$

Corriente = Voltaje/Resistencia; $I = E / R$

Corriente = Voltaje x Resistencia; $I = E \times R$

Dado que la ley de Ohm presenta los conceptos básicos de la electricidad, es importante tener práctica en su uso.

2.9 potencia y energía eléctrica

En los circuitos eléctricos la capacidad de realizar un trabajo se conoce como la potencia; por lo general se asigna con la letra P y en honor a la memoria de James Watt, inventor de la máquina de vapor, la unidad de potencia eléctrica es el watt; se abrevia w.

Para calcular la potencia en un circuito eléctrico se usa la relación:

$$P = (E)(I)$$

Dónde: P es la potencia en watts, E es el voltaje o fuerza electromotriz en volts y la corriente en amperes es I.

Es común que algunos dispositivos como lámparas, calentadores, secadoras, etc., expresen su potencia en watts, por lo que en ocasiones es necesario manejar la fórmula anterior en distintas maneras en forma semejante a la Ley de Ohm.

2.9.1 medición de la potencia

De acuerdo con lo estudiado hasta esta parte, se podrá observar que la potencia en la carga se puede calcular a partir de lecturas por separado de corriente y voltaje ya que $P = E \times I$. Sin embargo, existen aparatos de lectura directa denominados wáttmetro que son muy útiles, particularmente en los circuitos de corriente alterna; el wáttmetro denominado electrodinámico se puede usar tanto en circuitos de corriente continua como de corriente alterna.

Dentro de un wáttmetro se tienen dos bobinas, una de corriente y una de voltaje, y para facilitar su uso se acostumbra indicar con una marca de polaridad los puntos de conexión para facilitar más su uso.

Debido a que la unidad de potencia, el watt, es muy pequeña, se acostumbra usar los múltiplos de 1 000 watts o kilowatts (kW). 1 000 watts = 1 kilowatt

2.9.2 la energía eléctrica

La potencia eléctrica consumida durante un determinado período se conoce como la energía eléctrica y se expresa como watts-hora o kilowatts-hora; la fórmula para su cálculo sería:

$$P = E \times I \times t$$

siendo t el tiempo expresado en horas.

Los kilowattímetros se leen de izquierda a derecha, las carátulas primera y tercera se leen en sentido contrario a las manecillas del reloj, en tanto que la segunda y cuarta se leen en el sentido de las manecillas del reloj.

La lectura que se mide está determinada por el último número que la aguja ha pasado por cada carátula.

2.10 Circuitos Trifásicos

Aun cuando los circuitos de corriente alterna monofásicos son ampliamente usados y aparecen prácticamente en cada circuito eléctrico, como es el caso de las instalaciones eléctricas en las casas-habitación, la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica se hace con circuitos de corriente alterna trifásicos y lo mismo se puede decir de la mayoría de las aplicaciones industriales.

Los circuitos trifásicos requieren menos peso en los conductores que los circuitos monofásicos al mismo valor de potencia. Los motores eléctricos trifásicos son por lo general de menor tamaño y menos pesados, así como más eficientes, que los motores monofásicos a igualdad de potencia.

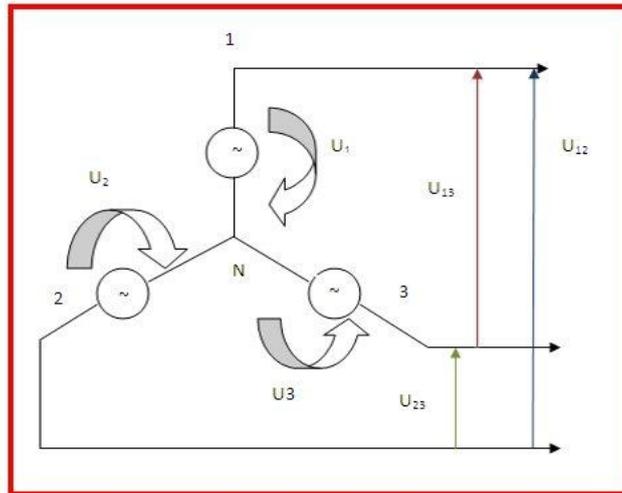
Existen dos conexiones básicas en los circuitos trifásicos, una es llamada la "conexión estrella" y la otra "conexión delta", las fuentes de voltaje para las instalaciones eléctricas (generadores o secundarios de los transformadores) o bien las cargas se pueden conectar ya sea en estrella o en delta.

2.10.1 conexión estrella

En las conexiones trifásicas, ya sea la denominada estrella o bien aquella conocida como delta, es importante establecer las relaciones entre los voltajes y corrientes en la salida de cada conexión con respecto a las mismas cantidades, pero en el interior.

En el caso de la llamada conexión estrella se denomine una representación como la que se indica, con las relaciones que se muestran.

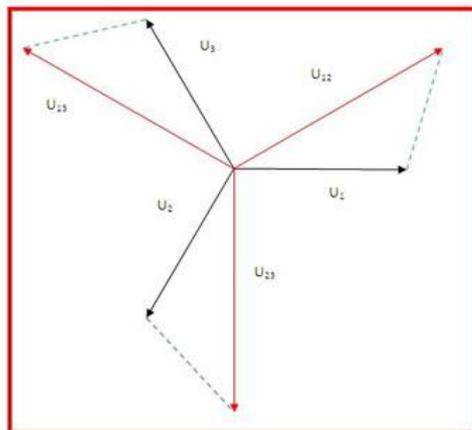
En la conexión en estrella, cada generador se comporta como si fuera monofásico y produjera una tensión de fase o tensión simple. Estas tensiones serían U_1 , U_2 y U_3 . La tensión compuesta es la que aparecerá entre dos fases. Estas serán U_{12} , U_{13} y U_{23} , de manera



En la conexión en estrella:

$$U_L = \sqrt{3}U_F$$

Cada una de las tensiones de línea, se encuentra adelantada 30° respecto a la tensión de fase que tiene el mismo origen. Esto se aprecia claramente si representamos vectorialmente el diagrama de tensiones de fase y de línea en una estrella:

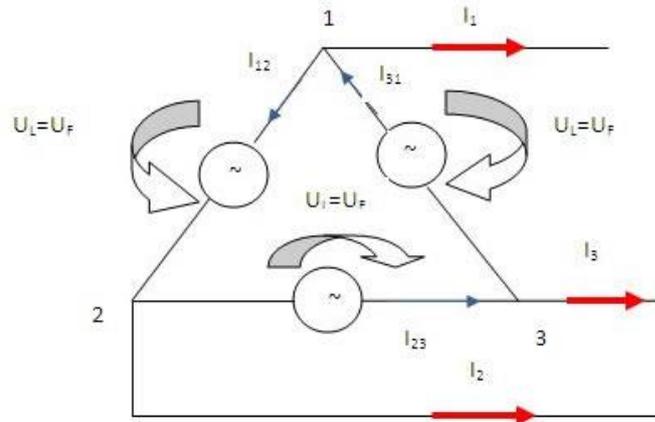


Además, si te fijas en la estrella, puedes observar que los devanados de las fases están en serie con los conductores de línea, por lo que las intensidades de fase y de línea serán iguales: $I_L = I_F$

2.10.2 conexión delta

Este tipo de conexión se realiza uniendo el final de una bobina con el principio de la siguiente, hasta cerrar la conexión formando un triángulo. Es una conexión sin neutro. Las fases salen de los vértices del triángulo.

Es fácil observar, que, en este tipo de conexión, las tensiones de fase y de línea son iguales, porque los conductores de línea salen de los vértices del triángulo y la tensión entre ellos es producida por la bobina correspondiente. Esto se observa en el siguiente diagrama:



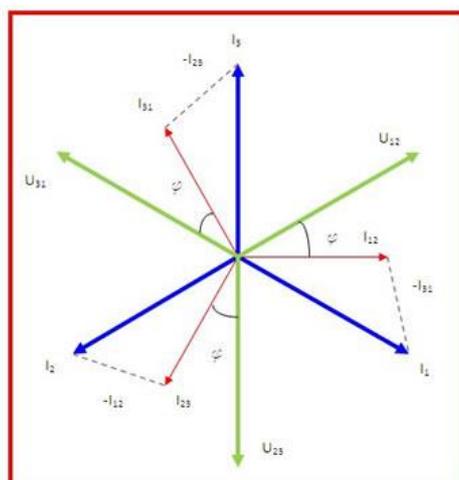
Entonces, en la conexión en triángulo:

$$U_L = U_F$$

Esta conexión sólo utiliza tres conductores, puesto que no existe neutro. Si las tensiones forman un sistema equilibrado, las intensidades de línea son, con respecto a las de fase:

$$I_L = \sqrt{3} I_F$$

Cada intensidad de línea se encuentra retrasada 30° respecto de la intensidad de fase, como puedes observar si representamos vectorialmente las intensidades en una conexión de fuentes en triángulo:



2.11 tensión de suministro

Para la aplicación e interpretación de la energía eléctrica se considera que:

1). Baja tensión es el servicio que se suministra en niveles de tensión menores o iguales a 1.0 (uno punto cero) Kv.

Por lo tanto, se considera que baja tensión es menor a 1Kv.

2). Media tensión es el servicio que se suministra en niveles de tensión mayores a 1.0 (uno punto cero) Kv, pero menores o iguales a 35 (treinta y cinco) Kv.

Por lo tanto, media tensión es: $1Kv < \text{Media tensión} < 35Kv$.

3). Alta tensión a nivel de subtransmisión es el servicio que se suministra en niveles mayores a 35kv, pero menores a 220Kv.

Por lo tanto, alta tensión a nivel de subtransmisión se considera: $35Kv < \text{Alta tensión " Subtransmisión" } < 220Kv$.

4). Alta tensión a nivel de transmisión es el servicio que se suministra en niveles de tensión igual o mayores a 220Kv.

Por lo tanto, Alta tensión es: $220Kv < \text{Alta tensión}$

2.12 subestaciones eléctricas

En el empleo de la energía eléctrica, ya sea para fines industriales, comerciales o de uso residencial, interviene una gran cantidad de máquinas y equipo eléctrico. Un conjunto de equipo eléctrico utilizado para un fin determinado se le conoce con el nombre de SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

Como se ha visto con anterioridad, una subestación eléctrica no es más que una de las partes que intervienen en el proceso de generación consumo de energía eléctrica, por lo cual podemos dar la siguiente definición:

Una subestación eléctrica es un conjunto de elementos o dispositivos que nos permiten cambiar las características de energía eléctrica (voltaje, comente, frecuencia, etc.), tipo C.A. a C.C., o bien conservarte dentro de ciertas características.

El elemento principal de la subestación eléctrica es el transformador.

El transformador es un dispositivo que:

1.- Transfiere energía eléctrica de un circuito a otro conservando la frecuencia constante.

2.- Lo hace bajo el principio de inducción electromagnética.

3.-Tiene circuitos eléctricos que están eslabonados magnéticamente y aislados eléctricamente.

4.- Usualmente lo hacen con un cambio de voltaje, aunque esto no es necesario.

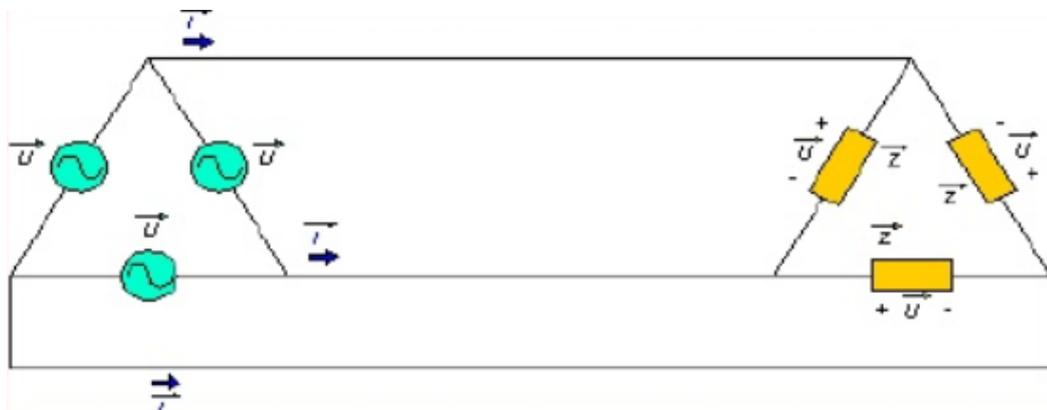
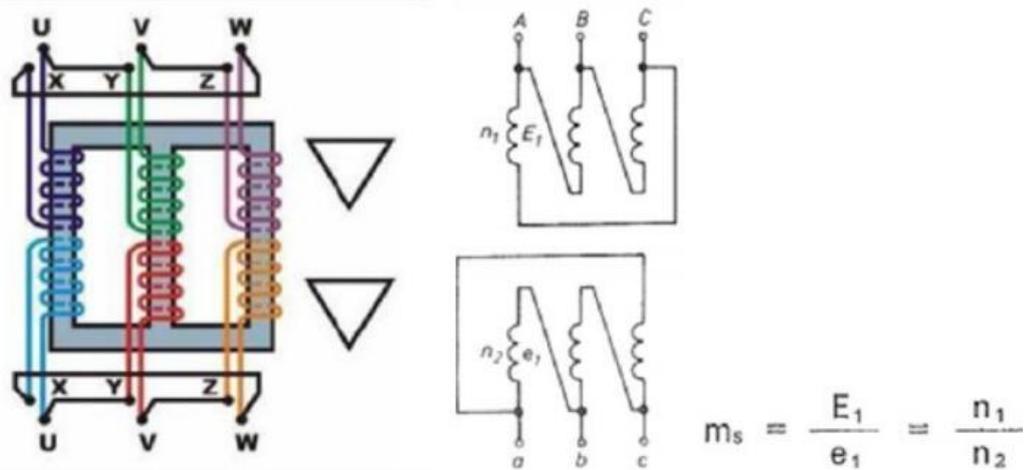
2.12.1 conexión de transformadores

Conexión delta – delta

La relación de transformación compuesta es:

$$M_c = V_{AB}/v_{ab} = E_1/e_1 = M_s$$

La relación de transformación simple será:



Esta conexión también se denomina como triángulo-triángulo, y la relación de voltajes entre primario y secundario viene dada por: $v_p/v_s = v_{op}/v_{os}$

Este tipo de conexiones se utiliza mucho en autotransformadores, cuando se quiere recuperar la caída de tensión por longitud de los alimentadores, debido a cierta distancia del circuito alimentador se tiene una caída en el voltaje de suministro por lo que es necesario transformar esa energía para recuperar de alguna manera esas pérdidas para lo cual se utilizan estos transformadores con conexión delta-delta.

VENTAJAS:

- No tiene desplazamiento de fase
- No tiene problemas con cargas desequilibrada o armónicas
- Se puede quitar un transformador para mantenimiento o reparación y queda funcionando con dos transformadores, pero como banco trifásico, cuando hablamos de un banco de transformadores monofásicos y sería el 58% de su 100% de trabajo (Delta abierta).
- Los desequilibrios motivados por las cargas en el secundario se reparten igualmente entre las fases del primario, evitando los desequilibrios de flujos magnéticos.

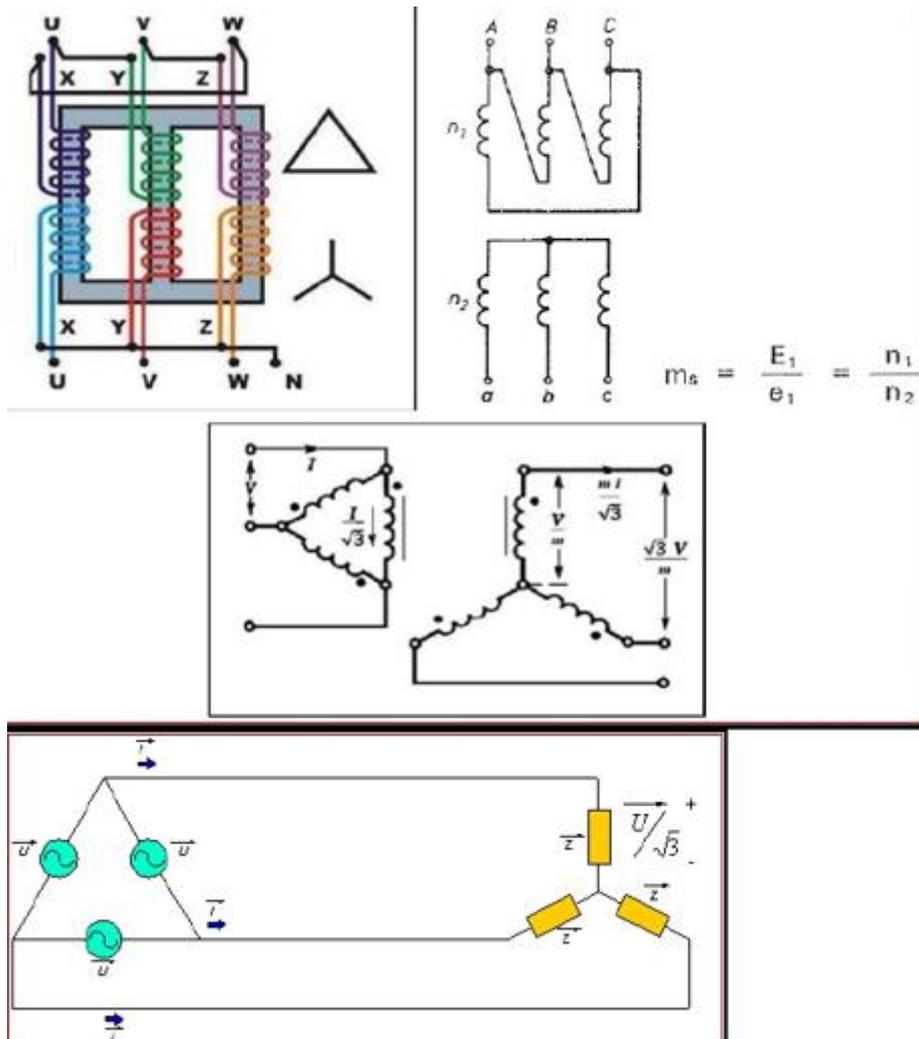
DESVENTAJAS:

- Cuando las cargas están desequilibradas los voltajes en las fases del trafo pueden desequilibrarse bastante.
- Los voltajes de terceros armónicos pueden ser muy grandes.
- No dispone de salida de neutro, tanto en el primario como en el secundario, con la consiguiente limitación en su utilización.
- Cada bobinado debe soportar la tensión de red (compuesta), con el consiguiente aumento del número de espiras.
- No se puede suministrar energía con cuatro conductores.
- Cuando opera con altas tensiones de línea, los costos de diseño de las bobinas son mayores.

Conexión delta estrella

Este tipo de conexión no presenta muchos inconvenientes, pues su utilización ha de ser adecuada a las características generales que presenta la conexión en triángulo y estrella. Es muy empleado como conexión para transformadores elevador al principio de la línea y no al final, porque cada fase del devanado primario ha de soportar la tensión entre fase de red.

La relación de transformación simple es:



VENTAJAS:

- No presenta problemas con las componentes en sus voltajes de terceros armónicos.
- Es muy útil para elevar el voltaje a un valor muy alto.
- Utilizando esta conexión en el lado de alta, se puede poner a tierra el neutro permitiendo que quede limitado el potencial sobre cualquier carga.
- Al producirse un desequilibrio en la carga, no motiva asimetría del flujo, por producirse un reparto entre las tres columnas del primario. Las ventajas que esta conexión presenta y los escasos inconvenientes motivan la utilización de este transformador tanto en transmisión como en distribución de energía.

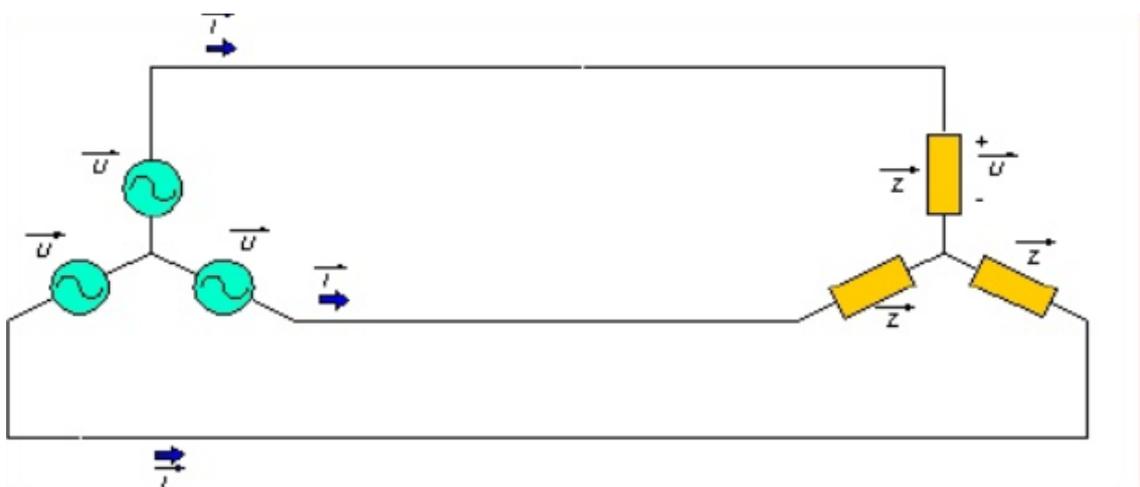
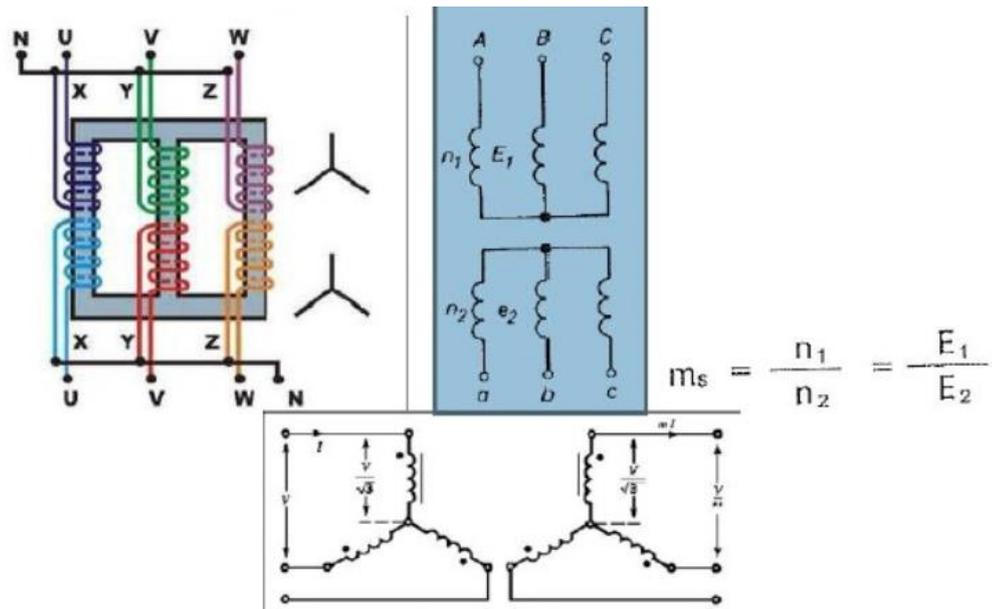
DESVENTAJAS:

- La falla de una fase deja fuera de operación al transformador.
- No se dispone de neutro en el primario para conectarlo con la tierra. Esto no es precisamente un inconveniente, pues, por lo general en el circuito del primario del transformador hay una toma de tierra, sea en el generador, sea en el secundario del transformador elevador de tensión.
- El devanado en delta puede ser mecánicamente débil.
- Debido al desplazamiento que existe en las fases entre la mitad es de los enrollamientos, que están conectados en serie para formar cada fase, los enrollamientos que están en estrella interconectados, requieren de un 15.5% más de cobre, con el consiguiente aumento del aislamiento total.
- El tamaño del armazón, debido a las razones expuestas anteriormente, es mayor con el aumento consiguiente del coste del transformador.

Conexión estrella – estrella

La conexión ye – ye o estrella – estrella al igual que la triangulo – triangulo el voltaje de línea secundario es igual al voltaje de línea primario multiplicado por el inverso de la relación de transformación. Esta conexión solo se utiliza cuando el neutro del primario puede unirse eficazmente al neutro de la fuente, corrientemente a través de tierra, si los neutros no están unidos, la tensión entre línea y neutro resulta distorsionada (no senoidal). Sin embargo, puede emplearse la conexión estrella-estrella sin unir los neutros, si cada transformador posee un tercer devanado llamado terciario. Los terciarios de los tres transformadores se conectan siempre en triangulo y muchas veces se utilizan para alimentar los servicios de la sub-estación en que están instalados.

La relación de transformación simple M_s se determina como cociente entre el numero de espiras de una fase del primario y otra del secundario y coinciden con la relación entre las ff.ee.mm. por fase de ambas en vacío.



VENTAJAS:

- La posibilidad de sacar un neutro, tanto en el lado de b.t como en el de A.T, y esto le permite obtener dos tensiones (230/400 V), o bien conectarlo a tierra como medida de seguridad en cierto tipo de instalaciones.
- Su buen funcionamiento para pequeñas potencias, ya que además de poder disponer de dos tensiones, es más económico, por aplicar una tensión a cada fase $V_L/\sqrt{3}$ y por consiguiente, disminuir el número de espiras, aunque ha de aumentar la sección de los conductores, por circular la corriente de línea I_L por cada fase.
- El aumento de sección de conductores favorece la resistencia mecánica a los esfuerzos de cortocircuito.

- Si una fase en cualquier bobinado funciona defectuosa, las dos fases restantes pueden funcionar resultando una transformación monofásica, la carga que podría suministrar sería del 58% de la potencia normal trifásica.
- La construcción de los enrollamientos es más dificultosa y su coste, más elevado, especialmente cuando es para corrientes altas.

DESVENTAJAS:

Esta conexión es poco usada debido a las dificultades que presenta:

- Si las cargas en el circuito del transformador no están equilibradas (es lo que comúnmente ocurre), entonces los voltajes en las fases del transformador pueden llegar a desequilibrarse severamente.
- Los voltajes de terceros armónicos son grandes debido a la no linealidad del circuito magnético del hierro.
- Los neutros negativos son muy inestables, a menos que sean sólidamente conectados a una toma a tierra.
- Las unidades trifásicas de polaridad opuesta no pueden funcionar en paralelo, a no ser que la conexión de las fases del primario o del secundario de un transformador se invierta.

Conexión estrella – delta

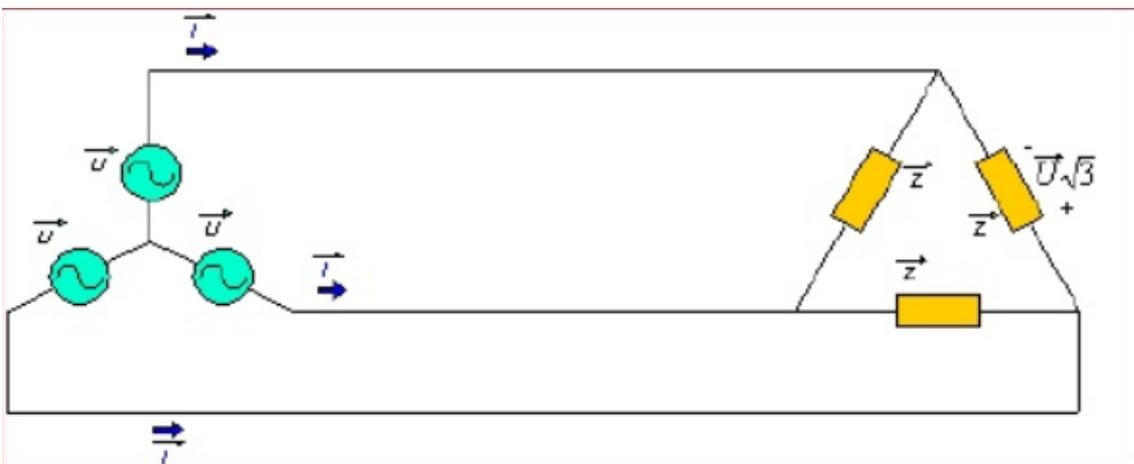
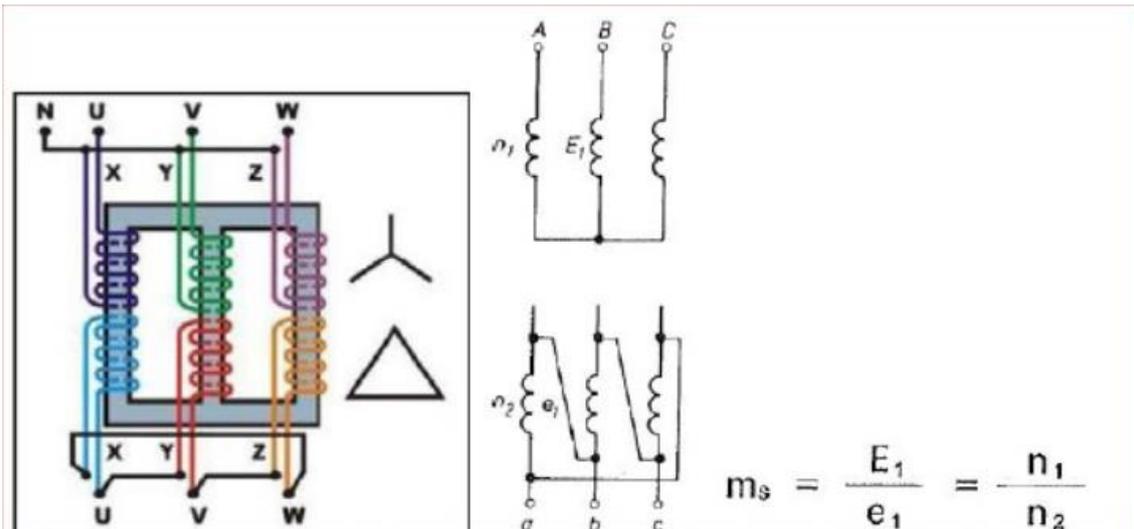
En esta clase de transformadores las tres fases del bobinado primario están conectadas en estrella y las del secundario en triángulo. Aquí el voltaje de línea primario está relacionado con el voltaje de fase por: $V_{L1} = \sqrt{3} V_{F2}$, mientras que el voltaje de línea secundario es igual al voltaje de fase secundario $V_{L1} = V_{F2}$, por tanto, la relación de voltajes de fase es: $m = V_{F1} / V_{F2}$, por lo que la relación general entre voltajes de línea será:

$$V_{L1} / V_{L2} = \sqrt{3} V_{F1} / V_{F2} = \sqrt{3} m$$

Expresión que indica que la relación de transformación general de la conexión Y-d es $\sqrt{3}$ veces mayor que la relación de transformación de voltajes de fase o de espiras.

La conexión estrella – delta o estrella - triángulo se usa generalmente para bajar de un voltaje alto a uno medio o bajo. Una razón de ello es que se tiene un neutro para aterrizar el lado de alto voltaje lo cual es conveniente y tiene grandes ventajas.

La relación de transformación simple será:



VENTAJAS:

- Esta conexión no presenta problemas con los componentes en sus voltajes de terceros armónicos, puesto que se consume una corriente circulante en el lado de la delta (triángulo).
- Es conveniente para los transformadores reductores de tensión, debido a las características inherentes de los enrollamientos en estrella para altas tensiones y de los enrollamientos en triángulo para las bajas tensiones.
- No presenta problemas con los componentes en sus voltajes de terceros armónicos, puesto que se consume una corriente circulante en el lado de la delta (triángulo).
- El neutro del primario se puede conectar con la tierra.
- El neutro del primario se mantiene estable por el secundario en triángulo.
- Es estable con respecto a cargas desequilibradas, debido a que la delta redistribuye cualquier desequilibrio que se presente.

DESVENTAJAS:

- Esta conexión tiene como desventaja que el voltaje secundario se desplaza en retraso 30 con respecto al voltaje primario del transformador, lo cual ocasiona problemas en los secundarios si se desea conectar en paralelo con otro transformador, siendo uno de los requisitos para conectar en paralelo, que los ángulos de fase de los secundarios del transformador deben ser iguales.
- No se puede disponer de un neutro en el secundario para conectar con la tierra o para una distribución de cuatro cables, a menos que se disponga de un aparato auxiliar.
- Un defecto en una fase hace que no pueda funcionar la unidad trifásica, hasta que se le repare.
- El enrollamiento en el delta puede resultar débil mecánicamente en el caso de un transformador elevador con una tensión en el secundario muy alta, o con una tensión secundaria medianamente alta y potencia pequeña

2.13 canalizaciones

Se entiende por canalizaciones eléctricas a los dispositivos que se emplean en las instalaciones eléctricas para contener a los conductores, de manera que queden protegidos contra deterioro mecánico y contaminación. Además, de que protejan a las instalaciones contra incendios por arcos eléctricos que se presentan en condiciones de cortocircuito.

Los medios de canalización más comunes en las instalaciones eléctricas son por Tubos conduit (fabricado en aluminio, acero o aleaciones especiales), Ductos (usados solamente en las instalaciones eléctricas visibles en instalaciones industriales y laboratorios) y Charolas.

Una de sus principales características es la fácil adaptación a cualquier ambiente donde se solicite un cableado eléctrico, es decir, utilizables para empotrar, ubicar en superficies al aire libre, zonas vibratorias, húmedas o subterráneas.

Una clasificación que existe en canalizaciones es según tipo de material que están fabricadas: las metálicas (elaboradas en acero, hierro o aluminio) y no metálicas (materiales termoplásticos, ya sea PVC o de polietileno).

Tubos de PVC

El PVC es considerado un material termoplástico, procedentes de los polímeros, compuesto policloruro de vinilo. Su composición física es resistente y rígida, adaptable para ubicar en ambientes húmedos.

Sus aplicaciones son permitidas para empotrar en suelos, techos y paredes o bajo concreto; igualmente en ambientes húmedos o en superficies, con previo estudio de sus delimitaciones térmicas y mecánicas.

Tubos EMT

Generalmente son utilizados en instalaciones eléctricas industriales y comerciales, dado que son moldeables a diversos ángulos y formas. Lo cual ayuda a la acomodación del cableado. Gracias a que se ven expuestos a un proceso de galvanizado, su recubrimiento no ocasiona corrosión, logrando mayor durabilidad. En su gran mayoría es utilizado para montarse en zonas visibles directamente expuestos a la intemperie.

Tubos IMC

Como característica principal se puede mencionar que son los más resistentes a los daños mecánicos, sin embargo, su grosor dificulta el trabajar con ellos. En ambos extremos ofrece la opción de conectar enlazada con conectores roscados. Por su fabricación, son canalizaciones muy durables, y son bien herméticas. Son ampliamente usados en instalaciones eléctricas industriales, a la intemperie o en lugares con riesgos de explosivos.

Tubos flexible metálicos

Principalmente son construidos en acero, y pasan por un recubrimiento galvanizado, no son recomendables para utilizar en lugares con alta humedad, vapores o gases. En ambientes industriales es su principal aplicación y en zonas donde el cableado esté expuesto a vibraciones, torsión y daños mecánicos y el radio de curvatura del alambrado sea grande.

Tubos flexibles de plásticos

Se fabrican con PVC de doble capa, haciéndolo más resistente y hermético. su superficie es corrugada, flexible y liviana, facilitando su instalación en artefactos de cableado con curvaturas elevadas.

2.14 charolas

Dentro de los sistemas básicos para canalizaciones de cables de energía en media y alta tensión el uso de as "Charolas" se ha visto acrecentado ya que este sistema permite mayor flexibilidad en la instalación, no se requiere abrir zanjas para duetos y se puede utilizar tanto en el interior de locales como en áreas exteriores.

En el uso de charolas se tienen aplicaciones parecidas a las de los ductos con algunas limitantes propias de los lugares en que se hace la instalación

En cuanto a la utilización de charolas se dan las siguientes recomendaciones:

1.- procurar alinear los conductores de manera que guarden siempre la misma posición relativa en todo el trayecto de la charola especialmente los de grueso calibre.

2.- En el caso de muchos conductores delgados es conveniente hacer amarres a intervalos de 1.5 a 2.0 m aproximadamente, procurando colocar etiquetas de identificación cuando se traten de conductores de varios circuitos, en el caso de conductores de calibre grueso los amarres se pueden hacer cada 2.0 o 3.0 m.

3.- En la fijación de conductores que vayan a través de charolas por trayectorias verticales muy largas es recomendable que los amarres se hagan con abrazaderas especiales en lugar de usar hilo de cáñamo en instalaciones eléctricas.

Al igual que en los ductos, se permite hacer empalme de conductores dentro del soporte tipo charola, siempre y cuando sean accesibles y no sobresalgan de los rieles. En cuanto a la superficie máxima admisible de cables monoconductores, la tabla a consultar es la 318-9 de la NOM 001-SEDE-2012. El artículo 318 de la NOM explica cómo se deben alojar los conductores dentro de los soportes tipo charola.

Charolas para cables.

son estructuras metálicas formadas por dos guías rectas o en forma de "u" paralelas, que sirven para fijar en ellas, a distancias determinadas, barrotes metálicos, donde se colocarán los conductores eléctricos.

Las Charolas para cable pueden usarse para soportar cables de fuerza, alumbrado, control y señalización que tengan aislamiento y cubierta apropiados para este tipo de instalación.

Cuando se instalen a la intemperie o en condiciones ambientales desfavorables, tanto las Charolas como los cables deben ser adecuados para las condiciones existentes.

No se permite su instalación en cubos de ascensores o en aquellos lugares donde estén expuestos a daños mecánicos severos o en áreas clasificadas como peligrosas a menos que los cables estén específicamente aprobados para tal uso.

Las charolas para cable deben tener suficiente rigidez y resistencia mecánica para proporcionar un soporte adecuado a todo el alambrado contenido en ellas; si son metálicas, deben estar protegidas contra la corrosión o ser construidas de un material resistente a ella así como incluir los accesorios necesarios para los cambios de dirección y de nivel que se requieran en una instalación

Capacidad de carga permisible

Cuando se requiere especificar una charola para un uso determinado dentro de una instalación eléctrica, se deben tomar en consideración todas las cargas que estén presentes y las que eventualmente pueden presentarse, las cuales se pueden clasificar de la manera siguiente:

A. cargas muertas o estáticas.

Son aquellas que no cambian su magnitud y están en lugares fijos. Estas son la suma del peso de la charola misma, los accesorios de montaje, conduit, tuberías, etc.

B. cargas concentradas;

Una carga estática concentrada representa un peso estático aplicado entre los largueros de la charola. Las cajas de conexiones, tuberías, etc., pueden ser consideradas como cargas concentradas. Cuando así se requiera, dichas cargas concentradas pueden ser convertidas a una carga uniformemente repartida utilizando la siguiente fórmula.

$$W = 2 \times \text{carga estática concentrada} / \text{separación entre apoyos de prueba}$$

C. Cargas vivas

Son aquellas que cambian de magnitud o varían en su localización, como pueden ser la variación en el peso de los cables al modificar la instalación existente o bien el eventual peso de una carga concentrada. Aunque la Norma VE-I-1984 establece los valores de carga de trabajo con un factor de seguridad de 1.5, los soportes para cables no están diseñados para ser utilizados como andadores para el personal, pero si son capaces de soportar al instalador, eventualmente.

D. Cargas dinámicas.

Son cargas de impacto que se producen esporádicamente como pueden ser el movimiento brusco por temblores, viento, esfuerzos mecánicos producidos por cortos circuitos, etc. En algunas localizaciones exteriores de charolas, el viento puede ser un factor a considerar ya que este puede ocasionar esfuerzos adicionales en los largueros de la charola. Otro efecto adicional se puede presentar en la charola cuando ésta tiene ensamblada una tapa superior lo cual produce un efecto aerodinámico transversal que crea una diferencia de presiones entre el interior y exterior de la charola la cual tratará de arrancar la tapa.

Los grandes esfuerzos mecánicos producidos por un corto circuito generan un movimiento brusco de los conductores sobre la charola la cual debe soportar el trabajo generado por dicho movimiento, pero, los accesorios de montaje también sufren grandes esfuerzos por dichos movimientos bruscos.

Instalación

Cuando una charola contenga circuitos de tensiones diferentes, estos deben separarse mediante una barrera incombustible que se extienda a todo largo de la instalación o por medio de una distancia adecuada que de la protección equivalente.

Puesta a tierra.

Todas las secciones metálicas de una charola y sus accesorios deben estar eléctricamente unidos entre sí y efectivamente conectados a tierra. Las charolas pueden usarse como conductor de puesta a tierra siempre que reúnan los requisitos necesarios para este propósito como son los de conductividad y sección transversal necesarios.

2.15 conductores eléctricos

Es un elemento capaz de transmitir una corriente eléctrica en forma uniforme, cuando se aplica un voltaje.

En las instalaciones eléctricas residenciales los elementos que proveen las trayectorias de circulación de la corriente eléctrica son conductores o alambres o alambres forrados con un material aislante, desde luego que el material aislante es no conductor. El material que normalmente se usa en los conductores para instalaciones eléctricas es el cobre y se aplica en el caso específico de las instalaciones eléctricas residenciales dentro de la categoría de las instalaciones de "baja tensión" que son aquéllas cuyos voltajes de operación no exceden a 1,000 volts entre conductores o hasta 600 volts a tierra.

En las instalaciones eléctricas los conductores son el medio a través del cual se unen las fuentes de alimentación con los receptores, y además permiten la interconexión para controlar y comunicar dichos receptores.

Material

En general los metales son buenos conductores de la corriente eléctrica, los mejores son la plata, el cobre, el oro y el aluminio, por su costo la plata y el oro están descartados, quedando el cobre y el aluminio como los materiales usados en la fabricación de conductores eléctricos.

Forma

La práctica a determinado el uso predominante de conductores redondos, debido a que esta forma ofrece las ventajas siguientes:

- El conductor es más fácil de manejar.
- En el caso de conductores aislados existe un esfuerzo uniforme en el aislamiento debido a la distribución del campo eléctrico.

Calibre

Es el grueso del conductor, factor muy importante, pues en función del grueso está su capacidad para conducir corriente.

Construcción

Un aspecto importante a considerar en la construcción de un conductor es su flexibilidad, misma que quedara definida según el manejo que vaya a dársele ya sea durante su instalación u operación.

Una de las maneras en que puede asegurarse la flexibilidad del mismo es dependiendo de su calibre, construido de varios hilos, entre más hilos tengan para un determinado calibre, mayor flexibilidad tendrá el conductor

El cobre como conductor

Características

- Elevada conductividad eléctrica.
- Alta conductividad térmica.
- Resistente a la corrosión
- Muy maleable.
- Muy dúctil
- Alta resistencia mecánica.
- No es magnético.
- Es fácilmente soldable.

Pureza

El cobre es usado en la fabricación de conductores tiene una pureza del 99.9%, y se obtiene por procesos de refinación electrolítica.

Temple

De acuerdo a su temple existen tres tipos de cobre:

- COBRE DURO.
- COBRE SEMIDURO.
- COBRE SUAVE.

El aluminio como conductor

Características

- Elevada conductividad eléctrica (61% de la conductividad del cobre aproximadamente).
- Bajo peso (para un mismo calibre un conductor de aluminio pesa 30.4% del peso del conductor de cobre).
- Alta conductividad térmica.
- Resistente a la corrosión.
- Muy maleable.
- Muy dúctil.
- Poca resistencia mecánica.
- No es magnético.

Pureza

El aluminio usado en la fabricación de conductores tiene una pureza del 99.45% y se obtiene por procesos de refinación electrolítica.

Temple

De acuerdo a su temple, existen los siguientes tipos de aluminio:

- DURO
- 75% DURO
- 50% DURO
- 25% DURO
- SUAVE

Características del aluminio en función del cobre

- Conductividad 61 % del cobre.
- Peso 30.4% de la del cobre.

Para una misma ampacidad

Se requiere: 39% más área del aluminio, 18% más diámetro del aluminio, 42% menos peso del aluminio, que de cobre

Calibre de conductores

Los calibres de conductores dan una idea de la sección o diámetro de los mismos y se designan usando el sistema norteamericano de calibres (awg) por medio un numero al cual se hace referencia, sus otras características como son diámetro, área. Resistencia, etc., la equivalencia en mm² del área se debe hacer en forma independiente de la designación usada por la americana wire gage (awg).

Sistema A.W.G. (American wire gage)

2.16 contactos de corriente regulada

Un contacto regulado es un tipo de contacto que se utiliza en instalaciones eléctricas especialmente para equipos de sistemas de comunicación y de cómputo, ya que, brinda mayor protección a dichos equipos, los cuales son muy sensibles a variaciones de voltajes.

Identifica los cables de Alimentación.

Para instalaciones eléctricas de contactos regulados en México, se tienen como línea o fase en color Rojo, neutro en color Blanco, tierra física aislada en color verde y tierra física de protección en desnudo (sin aislamiento), en canalizaciones conduit PVC o metálicas, se preparan los cables retirando el aislamiento para colocarlo en los bornes del contacto regulado color naranja

Identifica las Terminales en el Contacto.

En el contacto regulado color naranja se encuentran tres orificios, por cada conexión, los cuales son:

- Orificio rectangular grande - borne color plata, este corresponde al neutro.
- Orificio rectangular chico - borne color oro, este corresponde a la fase.
- Orificio semicircular - borne color verde, este corresponde a la tierra física aislada.
- La tierra física desnuda, va conectada a la caja de conexiones.

Colocación de Contacto.

1. En el borne color plata que corresponde al neutro, se coloca el cable color blanco calibre 10.
2. en el borne color oro que corresponde a la fase, se coloca el cable color rojo calibre 10.
3. en el borne color verde que corresponde a la tierra física aislada, se coloca el cable color verde calibre 12.
4. La tierra física desnuda se conecta a la caja de conexiones.
5. Colocamos cinta de aislar alrededor del contacto, de tal forma que cubras los bornes de conexión o tornillos.
6. se coloca la tapa de protección del contacto regulado color naranja

2.17 Medidas preventivas

Uso del EPP (Equipo de Protección Personal) según sea el caso, el cual incluye.

De manera obligatoria.

- Guantes dieléctricos.
- Zapato dieléctrico.
- Casco de protección.
- Gafas o lentes de protección.
- chaleco.

De acuerdo al área de trabajo.

- Tapones auditivos.
- Cubre bocas.
- Arnés

Antes de realizar alguna maniobra en la instalación eléctrica o cualquier trabajo relacionado con la electricidad, se debe verificar que los interruptores de protección estén fuera (que no esté energizando la carga) en caso de que sea una modificación una instalación eléctrica existente, si se trata de una instalación nueva, se entiende que el circuito está des energizado, lo anterior para que el instalador cuente con la seguridad necesaria al realizar los trabajos.

3. Desarrollo

3.1 sembrado eléctrico y cálculos.

Se nos brindaron los planos arquitectónicos de la obra, sobre los cuales comenzamos el sembrado eléctrico colocando lámparas y spots de manera distribuida así mismos receptáculos de corriente regulada, todo esto se llevó a cabo en el programa AUTOCAD, una vez realizado el sembrado eléctrico, se comenzó por hacer el levantamiento de carga tomando en cuenta la cantidad de amperes que consumen cada una de las lámparas spots y receptáculos.

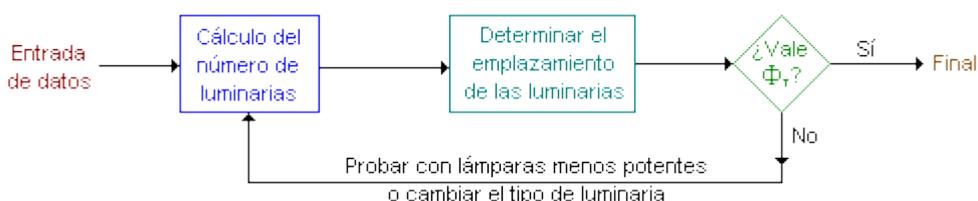
Cálculos para luminarias

El cálculo de los niveles de iluminación de una instalación de alumbrado de interiores es bastante sencillo. A menudo nos bastará con obtener el valor medio del alumbrado general usando el método de los lúmenes. Para los casos en que requiramos una mayor precisión o necesitemos conocer los valores de las iluminancias en algunos puntos concretos como pasa en el alumbrado general localizado o el alumbrado localizado recurriremos al método del punto por punto.

Método de los lúmenes

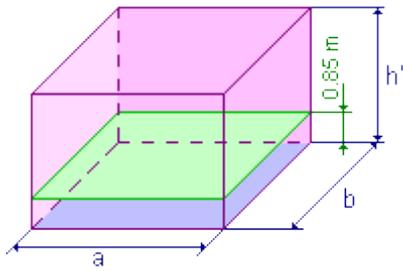
La finalidad de este método es calcular el valor medio en servicio de la iluminancia en un local iluminado con alumbrado general. Es muy práctico y fácil de usar, y por ello se utiliza mucho en la iluminación de interiores cuando la precisión necesaria no es muy alta como ocurre en la mayoría de los casos.

El proceso a seguir se puede explicar mediante el siguiente diagrama de bloques:



Datos de entrada

Dimensiones del local y la altura del plano de trabajo (la altura del suelo a la superficie de la mesa de trabajo), normalmente de 0.85 m.



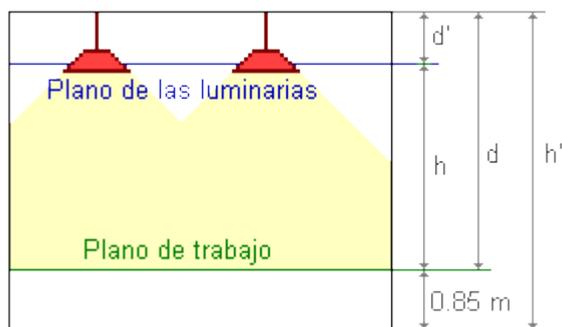
Determinar el nivel de iluminancia media (E_m). Este valor depende del tipo de actividad a realizar en el local y podemos encontrarlos tabulados en las normas y recomendaciones que aparecen en la bibliografía.

Escoger el tipo de lámpara (incandescente, fluorescente, leds...) más adecuada de acuerdo con el tipo de actividad a realizar.

Escoger el sistema de alumbrado que mejor se adapte a nuestras necesidades y las luminarias correspondientes.

Determinar la altura de suspensión de las luminarias según el sistema de iluminación escogido.

Para la cantidad de iluminación considerada se tomó en cuenta la cantidad de lúmenes necesarios para el entorno en el que se está trabajando



h : altura entre el plano de trabajo y las luminarias

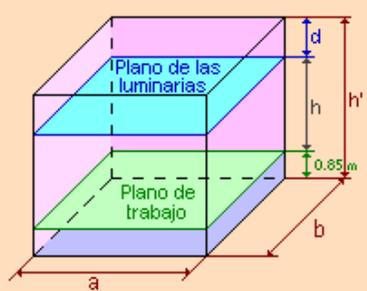
h' : altura del local

d : altura del plano de trabajo al techo

d' : altura entre el plano de trabajo y las luminarias

| | Altura de las luminarias |
|--|--|
| Locales de altura normal (oficinas, viviendas, aulas...) | Lo más altas posibles |
| Locales con iluminación directa, semidirecta y difusa | Mínimo: $h = \frac{2}{3} \cdot (h' - 0.85)$ Óptimo: $h = \frac{4}{5} \cdot (h' - 0.85)$ |
| Locales con iluminación indirecta | $d' \approx \frac{1}{4} \cdot (h' - 0.85)$ $h \approx \frac{3}{4} \cdot (h' - 0.85)$ |

Calcular el índice del local (k) a partir de la geometría de este. En el caso del método europeo se calcula como:

| | Sistema de iluminación | Índice del local |
|---|--|--|
|  | Iluminación directa, semidirecta, directa-indirecta y general difusa | $k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$ |
| | Iluminación indirecta y semiindirecta | $k = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot (h + 0.85) \cdot (a + b)}$ |

Donde k es un número comprendido entre 1 y 10. A pesar de que se pueden obtener valores mayores de 10 con la fórmula, no se consideran pues la diferencia entre usar diez o un número mayor en los cálculos es despreciable.

Determinar los coeficientes de reflexión de techo, paredes y suelo. Estos valores se encuentran normalmente tabulados para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabado. Si no disponemos de ellos, podemos tomarlos de la siguiente tabla.

| | Color | Factor de reflexión (ρ) |
|---------|--------------------|--------------------------------|
| Techo | Blanco o muy claro | 0.7 |
| | claro | 0.5 |
| | medio | 0.3 |
| Paredes | claro | 0.5 |
| | medio | 0.3 |
| | oscuro | 0.1 |
| Suelo | claro | 0.3 |
| | oscuro | 0.1 |

En su defecto podemos tomar 0.5 para el techo, 0.3 para las paredes y 0.1 para el suelo.

Determinar el factor de utilización (CU) a partir del índice del local y los factores de reflexión. Estos valores se encuentran tabulados y los suministran los fabricantes. En las tablas encontramos para cada tipo de luminaria los factores de iluminación en función de los coeficientes de reflexión y el índice del local. Si no se pueden obtener los factores por lectura directa será necesario interpolar.

| Tipo de aparato de alumbrado | Índice del local k | Factor de utilización (η) | | | | | | | | |
|------------------------------|--------------------|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | Factor de reflexión del techo | | | | | | | | |
| | | 0.7 | | | 0.5 | | | 0.3 | | |
| | | Factor de reflexión de las paredes | | | | | | | | |
| | | 0.5 | 0.3 | 0.1 | 0.5 | 0.3 | 0.1 | 0.5 | 0.3 | 0.1 |
| | 1 | .28 | .22 | .16 | .25 | .22 | .16 | .26 | .22 | .16 |
| | 1.2 | .31 | .27 | .20 | .30 | .27 | .20 | .30 | .27 | .20 |
| | 1.5 | .39 | .33 | .26 | .36 | .33 | .26 | .36 | .33 | .26 |
| | 2 | .45 | .40 | .35 | .44 | .40 | .35 | .44 | .40 | .35 |
| | 2.5 | .52 | .46 | .41 | .49 | .46 | .41 | .49 | .46 | .41 |
| | 3 | .54 | .50 | .45 | .53 | .50 | .45 | .53 | .50 | .45 |
| | 4 | .61 | .56 | .52 | .60 | .56 | .52 | .60 | .56 | .52 |
| | 5 | .63 | .60 | .56 | .63 | .60 | .56 | .62 | .60 | .56 |
| | 6 | .68 | .63 | .60 | .66 | .63 | .60 | .65 | .63 | .60 |
| | 8 | .71 | .67 | .64 | .69 | .67 | .64 | .68 | .67 | .64 |
| 10 | .72 | .70 | .67 | .71 | .70 | .67 | .71 | .70 | .67 | |

Determinar el factor de mantenimiento (FM) o conservación de la instalación. Este coeficiente dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. Para una limpieza periódica anual podemos tomar los siguientes valores:

| Ambiente | Factor de mantenimiento (f_m) |
|----------|-----------------------------------|
| Limpio | 0.8 |
| Sucio | 0.6 |

Cálculo del flujo luminoso total necesario. Para ello aplicaremos la fórmula

$$\Phi_{\tau} = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot f_m}$$

donde:

- Φ_{τ} : es el flujo luminoso total
- E: es la iluminancia media deseada
- S: es la superficie del plano de trabajo
- η : es el factor de utilización
- f_m : es el factor de mantenimiento

Cálculo del número de luminarias

$$N = \frac{\Phi_{\tau}}{n \cdot \Phi_L}$$

donde:

- N es el número de luminarias

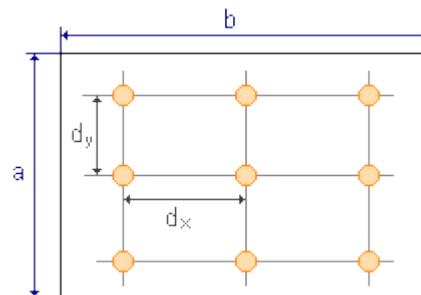
- Φ_T es el flujo luminoso total
- Φ_L es el flujo luminoso de una lámpara
- n es el número de lámparas por luminaria

Emplazamiento de las luminarias

Una vez hemos calculado el número mínimo de lámparas y luminarias procederemos a distribuirlas sobre la planta del local. En los locales de planta rectangular las luminarias se reparten de forma uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría del local según las fórmulas:

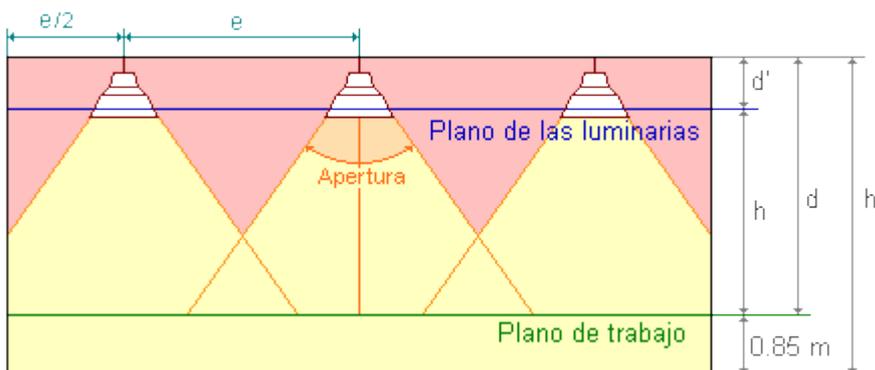
$$N_{\text{ancho}} = \sqrt{\frac{N_{\text{Total}}}{\text{largo}} \times \text{ancho}}$$

$$N_{\text{largo}} = N_{\text{ancho}} \times \left(\frac{\text{largo}}{\text{ancho}} \right)$$



donde N es el número de luminarias

La distancia máxima de separación entre las luminarias dependerá del ángulo de apertura del haz de luz y de la altura de las luminarias sobre el plano de trabajo. Veámoslo mejor con un dibujo:



Como puede verse fácilmente, mientras más abierto sea el haz y mayor la altura de la luminaria más superficie iluminará, aunque será menor el nivel de iluminancia que llegará al plano de trabajo tal y como dice la ley inversa de los cuadrados. De la misma manera, vemos que las luminarias próximas a la pared necesitan estar más cerca para iluminarla (normalmente la mitad de la distancia). Las conclusiones sobre la separación entre las luminarias las podemos resumir como sigue:

| Tipo de luminaria | Altura del local | Distancia máxima entre luminarias |
|-------------------|------------------|-----------------------------------|
| intensiva | > 10 m | $e \leq 1.2 h$ |
| extensiva | 6 - 10 m | $e \leq 1.5 h$ |
| semiextensiva | 4 - 6 m | |
| extensiva | ≤ 4 m | $e \leq 1.6 h$ |

distancia pared-luminaria: $e/2$

Si después de calcular la posición de las luminarias nos encontramos que la distancia de separación es mayor que la distancia máxima admitida quiere decir que la distribución luminosa obtenida no es del todo uniforme. Esto puede deberse a que la potencia de las lámparas escogida sea excesiva. En estos casos conviene rehacer los cálculos probando a usar lámparas menos potentes, más luminarias o emplear luminarias con menos lámparas.

Comprobación de los resultados

Por último, nos queda comprobar la validez de los resultados mirando si la iluminancia media obtenida en la instalación diseñada es igual o superior a la recomendada en las tablas.

$$E_m = \frac{n \cdot \Phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{S} \geq E_{\text{tablas}}$$

Cálculos de conductores.

Esto se llevó a cabo realizando los cuadros de carga de cada uno de los edificios tomando por separado las luminarias, y los receptáculos de corriente regulada. Para esto se llevaron a cabo los siguientes cálculos.

Watts totales: suma de todos los watts que hay en el circuito

Amper (A): los watts totales / 127 o 220, según sea monofásico o trifásico, que nos da un resultado en Amperes, según la formula $P = V \times I$, (potencia = voltaje * corriente) y sus variantes: $V = P/I$ e $I = P/V$, esta última es la que nosotros ocupamos para el cálculo del Amper.

Para el factor de caída de tensión (%e): $A \cdot L \cdot CC = \text{Amper} \cdot \text{Longitud} \cdot \text{valor del calibre del conductor}$ ya sea 127 o 220v (verificar su valor en la tabla)

Para el Amperaje total de la fase más cargada sumar todos los Amper correspondientes.

Para obtener el factor de caída tensión total, se tomó el Amper total * la distancia total del tablero I-LINE a cada tablero y de cada tablero a los circuitos correspondientes * el valor del calibre del conductor en la tabla según sea el caso trifásico o monofásico.

Verificar que al hacer la suma de los watts de cada fase (A, B, C) den el valor de watts totales.

Para el cálculo de los interruptores termo magnéticos se utilizó el Amper final obtenido de cada circuito multiplicándolo por 1.25 que se nos pide según la norma.

Ejemplo de cálculos.

Para el circuito 1 de luminarias del edificio 1 en la planta baja tenemos las siguientes cargas:

- 7 Luminaria 60x60 de 40 watts
- 24 Luminaria tipo spot de 18 watts
- 1 Luminaria tipo spot de 12 watts

Con estos datos hacemos la suma total de los watts:

Luminarias de 40w: (7) (40) = 280w

Spots de 18w: (24) (18) = 432w

Spots de 12w = 12w

Sumatoria total: 280+432+12 = 724w

Ahora teniendo la cantidad total de watts podremos obtener la cantidad de Amper que ocuparemos en el circuito, utilizando la siguiente formula $I = P/V$

$$I = 724w / 127v = 5.70 A$$

Donde:

I = intensidad de corriente

P = (potencia) la cantidad de watts

V = el voltaje de trabajo del circuito

Ahora para obtener el factor de caída de tensión ocuparemos la siguiente formula: (%e): $A * L * CC$ el conductor será sustituido por el valor que nos indique la tabla siguiente según su calibre y el voltaje en el cual estará trabajando, para este caso el material será cobre y el calibre será 12.

FACTORES DE CAIDA DE TENSION UNITARIA

Para obtener % multiplíquense los valores de la tabla por la corriente en Amperes y la longitud en metros

| Calibre AWG o kCM | Monofásico 127 V | Monofásico 220 V | Trifásico 220 V | Trifásico 440 V |
|----------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| 12 | 0.009030 | 0.005220 | 0.004520 | 0.002260 |
| 10 | 0.005670 | 0.003270 | 0.002830 | 0.001420 |
| 8 | 0.003570 | 0.002060 | 0.001790 | 0.000890 |
| 6 | 0.002250 | 0.001300 | 0.001130 | 0.000563 |
| 4 | 0.001420 | 0.000820 | 0.000708 | 0.000392 |
| 2 | 0.000879 | 0.000510 | 0.000441 | 0.000220 |
| 1/0 | 0.000567 | 0.000330 | 0.000283 | 0.000142 |
| 2/0 | 0.000444 | 0.000250 | 0.000220 | 0.000110 |
| 3/0 | 0.000349 | 0.000200 | 0.000173 | 0.000087 |
| 4/0 | 0.000283 | 0.000164 | 0.000142 | 0.000071 |
| 250 | 0.000231 | 0.000132 | 0.000121 | 0.000055 |
| 300 | 0.000200 | 0.000110 | 0.000100 | 0.000044 |
| 400 | 0.000144 | 0.000088 | 0.000077 | 0.000033 |
| 500 | 0.000123 | 0.000066 | 0.000055 | 0.000022 |

Tenemos entonces que para un conductor calibre 12 a 127v el porcentaje a ocupar será de 0.009030 con esto procedemos a realizar el cálculo.

$$(\%e): 5.70 \text{ A} * 65 * 0.009030 = 3.34\%$$

Donde:

(%e): factor de caída de tensión.

A: Amper.

L: longitud del conductor.

CC: calibre del conductor.

Ahora para colocar un interruptor termomagnético que será la protección del circuito utilizaremos el amperaje total obtenido del circuito

Para la capacidad de conducción utilizamos la tabla 310- 15(b)16 de la NOM-001- SEDE 2012

Para la selección de las canalizaciones eléctricas se debe considerar las siguientes etapas:

- i) Definir la tensión nominal de cable.
- ii) Determinar la corriente del proyecto.
- iii) Elegir el tipo de conductor y la forma de instalación.
- iv) Determinar la sección por el criterio de “capacidad de conducción de corriente” o “corriente admisible”.
- v) Verificar la sección por el criterio de “corriente de cortocircuito”
- vi) Verificar la sección por el criterio de “caída de tensión”
- vii) Verificar el cumplimiento de las secciones mínimas exigidas.

3.2 Desarrollo practico **canalizaciones**

Los sistemas de canalización determinan de manera clara y específica la dirección y distribución de los diferentes sistemas de energía y control, a la vez que proporcionan un apoyo básico para el funcionamiento de todos los equipos. Son ajustables, fáciles de instalar, requieren de poco mantenimiento y en cualquier momento se pueden adaptar a las nuevas exigencias.

Los medios de canalización más utilizados en las instalaciones eléctricas son: - tubos conduit. - ductos. - charolas.

tubos conduit Son de material metálico de Al o acero o aleaciones especiales. Los de acero son: -T.C. Rígido- T.C, Semipesado, T.C Liviano, Son galvanizadas, No metálico, PVC, Fibra de vidrio, Polietileno, etc.

para las canalizaciones del interior de los edificios para el sistema de receptáculos de corriente regulada se utilizó manguera poliducto de ½ colocando las canalizaciones como lo establece el artículo 390 de la NOM-001 SEDE 2012 colocando cajas de paso y cajas para salidas.



Para las canalizaciones de luminarias se utilizó tubo conduit PVC ligero de ½ codos para las curvaturas que se requerían y cajas de paso de ¾ y para salida de igual forma, estas se llevaron a cabo por en sima de la superficie de la paredes y techos puesto que no quedarán visibles.



Para la canalización exterior de los alimentadores de cada uno de los tableros de los edificios, así como para las manejadoras de aire acondicionado se utilizó tubería PAD de 2 y 3 pulgadas, colocados del tablero I-LINE a los registros de paso para luego llegar a los tableros que estaban en el interior de los edificios.



Para los alimentadores de las manejadoras de aire acondicionado, se utilizaron canalizaciones de tipo charola echas para transportar los alimentadores en el interior de los edificios.



Para la iluminación exterior se utilizaron mangueras poliducto de 1 pulgada que se hicieron llegar a los registros para después pasar por el ancla a la que ira sujeto el poste de alumbrado, de igual forma para el sistema de alimentación para el bombeo de agua se canalizo con manguera poliducto de 1 pulgada.



Cableado

Cableado de receptáculos de corriente regulada: El cableado de estos fue desde los centros de carga de cada edificio para cada uno de los circuitos establecidos. Para este se utilizaron cuatro hilos para la alimentación de cada uno de los receptáculos los cuales fueron los siguientes: cable color blanco calibre 10 para el neutro, cable color rojo calibre 10 para la fase, cable color blanco calibre 12 para la tierra física, y para la tierra física aislada se utilizó cable color verde calibre 12.



Cableado de luminarias: el cableado se llevó de los centros de carga individuales de cada piso de los edificios a los circuitos previamente establecidos, Para este se utilizaron tres hilos para la alimentación de cada una de las lámparas los cuales fueron los siguientes: cable color blanco calibres 12 para el neutro, cable color rojo calibre 12 para la fase, cable color verde calibre 14 para tierra,



Cableado de alimentadores para centros de cargas de receptáculos de corriente regulada y luminarias, así mismo para las manejadoras de aire acondicionado y las bodegas, llevando los conductores desde el tablero I-LINE a cada uno de los centros de cargas de los edificios.



Para la selección de los tableros seguimos lo que se nos indica en el artículo 408 de la NOM-001- SEDE 2012.

Una vez concluido el cableado, se comenzó con la instalación de las diferentes salidas de carga que se instalarían en los edificios, como son los receptáculos de corriente regulada, para la instalación de estos se mandaron a fabricar especialmente unas rosetas pues no se encuentran en el mercado como tales para la protección de estos y para un fácil acceso, pensando en la satisfacción de los usuarios.



Para la colocación de luminarias, para un fácil acceso al mantenimiento de estas se colocaron con clavijas hembra y macho, se colocaron diferentes tipos de luminarias según su ubicación y su utilidad, para las áreas más concurridas se utilizaron luminarias de 60x60 de tipo led megaluz modelo LL007 de 40 watts se utilizaron de este modelo porque serian colocadas en lugar de una galleta de plafón, en zonas de paso, como pasillos y escaleras se colocaron luminarias de tipo spot para empotrar megaluz modelo LLSS001R de 18 watts.



Para la instalación de las luminarias exteriores se colocaron postes de 9 metros, con lámpara leds Street light SL-SLD de 60 watts, los postes están colocados sobres anclas colocadas en concreto.

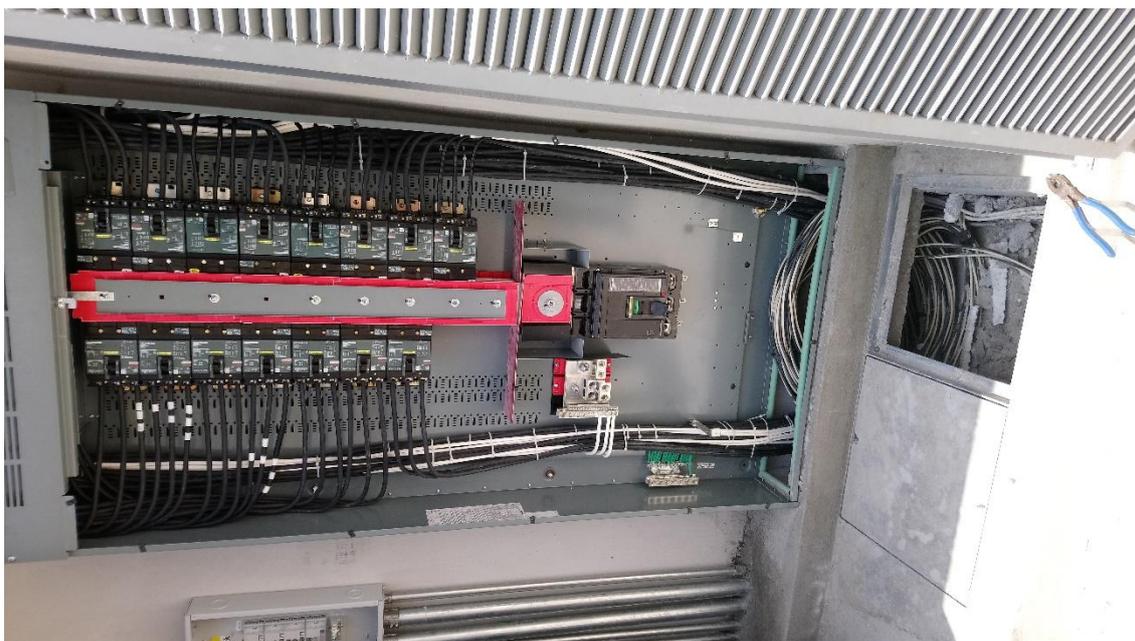


Para el sistema de bombeo de agua para la alimentación de los baños de los edificios se utilizaron bombas sumergibles de 1.5 HP a las cuales se les dejó un nicho pequeño para sus conexiones de manera automática y manual.

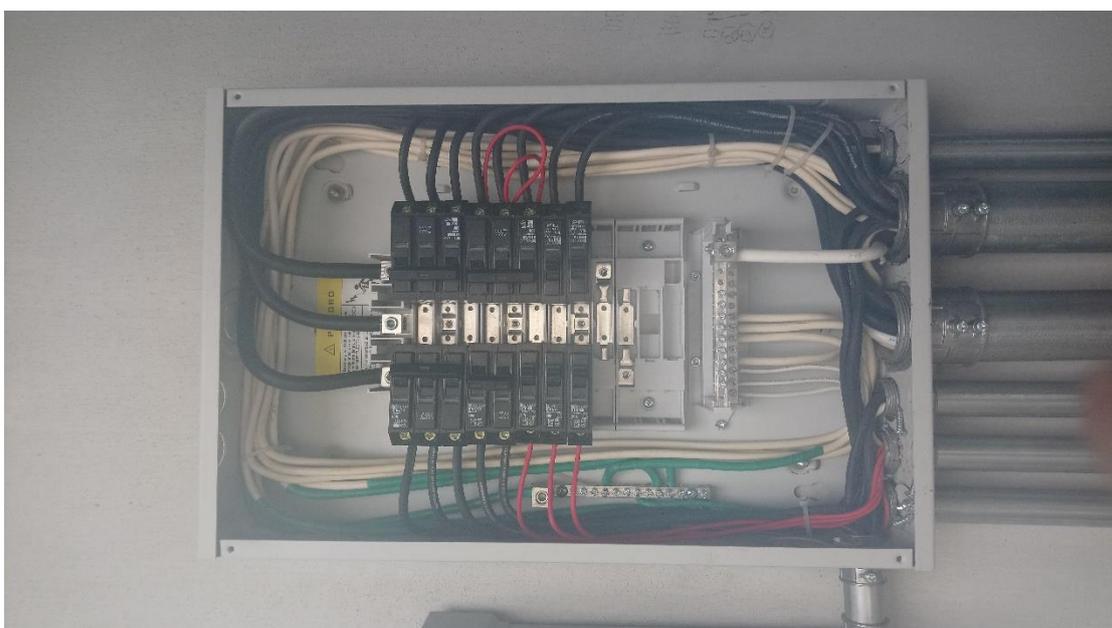


En el tablero principal quedaron colocados los tableros de luminarias de los tres edificios, las bodegas, las lámparas para el alumbrado exterior y las 3 bombas, en el tablero I-LINE quedaron colocados las cargas de los sistemas de aire acondicionado que fueron 10 manejadoras de 15 toneladas y 2 de 6 toneladas, los tableros de receptáculos de corriente regulada y el tablero principal.

Tablero I-LINE



Tablero principal.



4. conclusión y resultados

Una instalación eléctrica es el conjunto de equipos y materiales que permiten transportar y distribuir la energía eléctrica partiendo desde el punto de conexión de la compañía suministro hasta máquinas y aparatos receptores para su utilización final, de una manera eficiente y segura, garantizando al usuario flexibilidad, comodidad y economía en la instalación.

Debido a que la presencia de la energía eléctrica significa un riesgo para el ser humano, se requiere suministrar la máxima seguridad posible para salvaguardar su integridad, así como la de los bienes materiales, cada parte que integre la instalación eléctrica debe estar ubicada estratégicamente con el fin de lograr seguridad absoluta. Además de esto el servicio de instalaciones eléctricas deberá ser eficiente y económico, integrando lo técnico y lo económico.

El uso de las normas referentes a las instalaciones eléctricas. Es para garantizar que la instalación tenga los parámetros necesarios para que esta pueda operar sin ningún problema y por consiguiente el personal que manipule dicha instalación pueda hacerlo de manera segura.

Como conclusión podría decir que estar en el campo laboral es de baste utilidad antes de salir al campo como profesionista, pues te ayuda aprender de manera práctica los conocimientos obtenidos en el aula,

Los resultados presentados al final del proyecto fueron satisfactorios para el cliente como para la empresa cumpliendo con los estándares de calidad que esta maneja.

El funcionamiento de las instalaciones esta de la siguiente manera:

1.-**Transicion:**

De la línea de CFE 13,200 v la bajada al transformador es subterráneo en la cual se encuentran cables de energía 15 KV tipo XLP Cal. 3/0 en tubería pad de 3" que llegan al registro de media tensión y de ahí se realizan las conexiones al transformador con capacidad de 225 KVA que nos suministró el cliente.

2.-**Transformador a Interruptor Principal:**

Del transformador salen 3 fases 1 neutro (X1, X2, X3, Xo), las cuales llegan a un interruptor de potencia principal con capacidad de 600 A. Este interruptor es de seguridad y se encarga de proteger toda la instalación de un posible corto circuito o sobre carga.

3.- **Interruptor Principal a Tablero I-Line:**

De este interruptor salen 3 fases las cuales suministran energía al Tablero I-Line.

4.- **Tablero I-Line:**

En este tablero se encuentran instalados:

a.- 4 Interruptores tipo **FA 3 polos 100 A**, que controlan los circuitos de las manejadoras instaladas en la azotea del **Edificio 1** y cada 1 controlan 1 manejadora de 15 toneladas (Aire Acondicionado).

b.- 4 Interruptores tipo **FA 3 polos 100 A**, que controlan los circuitos de las manejadoras instaladas en la azotea del **Edificio 2**, 3 controlan manejadoras de 15 toneladas y 1 controla 1 de 6 toneladas (Aire Acondicionado).

c.- 4 Interruptores tipo **FA 3 polos 100 A**, que controlan los circuitos de las manejadoras instaladas en la azotea del **Edificio 3**, 3 controlan manejadoras de 15 toneladas y 1 controla 1 de 6 toneladas (Aire Acondicionado).

d.- 1 Interruptor tipo **FA 3 polos 100 A**, que controla el circuito que llega al tablero de corriente regulada del **Edificio 1**.

En este tablero se encuentra instalado:

- 1 interruptor de 1 polo 20 A, que controla el circuito 1, en él hay instalados 6 contactos regulados
- 1 interruptor de 1 polo 20 A, que controla el circuito 2, en él hay instalados 6 contactos regulados
- 1 interruptor de 1 polo 20 A, que controla el circuito 3, en él hay instalados 18 contactos regulados
- 6 interruptores de 1 polo 20 A, que controlan los circuitos 4,5,6,7,8,9,10, en él hay instalados 12 contactos regulados por circuito
- 1 interruptor de 1 polo 20 A, que controla el circuito 11, en él hay instalados 24 contactos regulados
- 1 interruptor de 1 polo 20 A, que controla el circuito 12, en él hay instalados 8 contactos regulados
- 2 interruptor de 1 polo 20 A, que controlan los circuitos 13,14, en él hay instalados 18 contactos regulados por circuito.
- 6 interruptor de 1 polo 20 Amp, que controla el circuito 15,16,17,18,19,20 en él hay instalados 12 contactos regulados por circuito

e.- 1 Interruptor tipo **FA 3 polos 100 A**, que controla el circuito que llega al tablero de corriente regulada del **Edificio 2**.

En este tablero se encuentra instalado:

- 3 interruptor de 1 polo 20 A, que controlan los circuitos 1, 2,3 en él hay instalados 6 contactos regulados por circuito.
- 5 interruptor de 1 polo 20 A, que controlan los circuitos 4,7,9,11,15 en él hay instalados 4 contactos regulados por circuito.

- 2 interruptor de 1 polo 20 A, que controlan los circuitos 5,6, en él hay instalados 12 contactos regulados por circuito.
- 6 interruptor de 1 polo 20 A, que controlan los circuitos 8,10,13,21,22,23 en él hay instalados 6 contactos regulados por circuito
- 4 interruptor de 1 polo 20 A, que controlan los circuitos 12,14,17,20 en él hay instalados 8 contactos regulados por circuito.
- 2 interruptores de 1 polo 20 A, que controlan los circuitos 16,19 en él hay instalados 10 contactos regulados.
- 1 interruptor de 1 polo 20 A, que controla el circuito 18, en él hay instalados 12 contactos regulados

c.- 1 Interruptor tipo FA 3 polos 100 A, que controla el circuito que llega al tablero de corriente regulada del Edificio 3.

- 4 interruptor de 1 polo 20 A, que controlan los circuitos 1,5,6,19 en él hay instalados 10 contactos regulados por circuito.
- 16 interruptores de 1 polo 20 A, que controlan los circuitos 2,3,4,7,15,16,17,18,21,22,23,24,25,26,27,28 en él hay instalados 6 contactos regulados por circuito.
- 8 interruptor de 1 polo 20 A, que controlan los circuitos 8,9,10,11,12,13,14,30 en él hay instalados 4 contactos regulados por circuito.
- 2 interruptor de 1 polo 20 A, que controlan los circuitos 19,20 en él hay instalados 8 contactos regulados por circuito.

5.- Tablero I-Line a Tablero independiente: Del tablero I-line sale 1 interruptor tipo **FA 3 polos 100 A**, el cual suministra energía a un tablero y de este se derivan los siguientes circuitos:

a.- 1 Interruptor bifásico 2 polos 100 A, que controla el circuito que llega al tablero de alumbrados y contactos del **Edificio 1 planta baja**.

En este tablero se encuentra instalado:

- 1 interruptor de 1 polo 15 A, que controla el circuito 1, en él hay instalados 26 luminarios tipo Spot de 18 watts, 1 luminario tipo Spot de 12 watts, 5 luminarios de 60x60 de 40 watts.

- 1 interruptor de 1 polo 15 A, que controla el circuito 2, en él hay instalados 2 luminarios tipo Spot de 18 watts, 6 luminario tipo Spot de 12 watts, 10 luminarios de 60x60 de 40 watts.
- 1 interruptor de 1 polo 15 A, que controla el circuito 3, en él hay instalados 4 contactos normales.
- 1 interruptor de 1 polo 15 A, que controla el circuito 4 en él hay instalados 24 luminarios de 60x60 de 40 watts.

b.- 1 Interruptor bifásico 2 polos 100 A, que controla el circuito que llega al tablero de alumbrados y contactos del Edificio 1 planta alta.

En este tablero se encuentra instalado:

- 1 interruptor de 1 polo 15 A, que controla el circuito 1, en él hay instalados 6 luminarios tipo Spot de 18 watts, 2 luminario tipo Spot de 12 watts 16 luminarios de 60x60 de 40 watts.
- 1 interruptor de 1 polo 15 A, que controla el circuito 2, en él hay instalados 6 luminario tipo Spot de 12 watts, 12 luminarios de 60x60 de 40 watts.
- 1 interruptor de 1 polo 15 A, que controla el circuito 3, en él hay instalados 2 contactos normales.
- 1 interruptor de 1 polo 15 A, que controla el circuito 4, en él hay instalados 6 luminarios tipo Spot de 18 watts, 24 luminarios de 60x60 de 40 watts.

c.- 1 Interruptor bifásico 2 polos 100 A, que controla el circuito que llega al tablero de alumbrados y contactos del Edificio 2 planta baja.

En este tablero se encuentra instalado:

- 1 interruptor de 1 polo 15 A, que controla el circuito 1, en él hay instalados 9 luminarios tipo Spot de 18 watts, 12 luminarios de 60x60 de 40 watts.
- 1 interruptor de 1 polo 15 A, que controla el circuito 2, en él hay instalados 4 luminarios tipo Spot de 18 watts, 15 luminarios de 60x60 de 40 watts.
- 1 interruptor de 1 polo 15 A, que controla el circuito 3, en él hay instalados 3 luminarios de 60x60 de 40 watts.
- 1 interruptor de 1 polo 15 A, que controla el circuito 4, en él hay instalados 2 luminarios tipo Spot de 18 watts, 10 luminario tipo Spot de 12 watts 9 luminarios de 60x60 de 40 watts, 2 contactos normales.
- .

d.- 1 Interruptor trifásico 3 polos 100 A, que controla el circuito que llega al tablero de alumbrados y contactos del **Edificio 2 planta alta**.

En este tablero se encuentra instalado:

- 1 interruptor de 1 polo 15 A, que controla el circuito 1, en él hay instalados 7 luminarios tipo Spot de 18 watts, 5 luminarios de 60x60 de 40 watts.
- 1 interruptor de 1 polo 15 A, que controla el circuito 2, en él hay instalados 11 luminarios tipo Spot de 18 watts, 1 luminario tipo Spot de 12 watts, 4 luminarios de 60x60 de 40 watts.
- 1 interruptor de 1 polo 15 A, que controla el circuito 3, en él hay instalados 5 contactos normales.
- 1 interruptor de 1 polo 15 A, que controla el circuito 4, en él hay instalados 7 luminarios tipo Spot de 18 watts, 7 luminario tipo Spot de 12 watts, 15 luminarios de 60x60 de 40 watts.

-

e.- 1 Interruptor trifásico 3 polos 100 A, que controla el circuito que llega al tablero de alumbrados y contactos del **Edificio 3 planta baja**.

En este tablero se encuentra instalado:

- 1 interruptor de 1 polo 15 A, que controla el circuito 1, en él hay instalados 12 luminarios tipo Spot de 18 watts, 1 luminario tipo Spot de 12 watts, 6 luminarios de 60x60 de 40 watts.
- 1 interruptor de 1 polo 15 A, que controla el circuito 2, en él hay instalados 4 luminarios tipo Spot de 18 watts, 6 luminarios de 60x60 de 40 watts.
- 1 interruptor de 1 polo 15 A, que controla el circuito 3, en él hay instalados 2 luminarios tipo Spot de 18 watts, 7 luminarios de 60x60 de 40 watts, 2 contactos normales.
- 1 interruptor de 1 polo 15 A, que controla el circuito 4, en él hay instalados 4 luminarios tipo Spot de 18 watts, 8 luminario tipo Spot de 12 watts, 2 luminarios de 60x60 de 40 watts, 2 contactos normales.

f.- 1 Interruptor trifásico 3 polos 100 A, que controla el circuito que llega al tablero de alumbrados y contactos del **Edificio 3 planta alta**.

En este tablero se encuentra instalado:

- 1 interruptor de 1 polo 15 A, que controla el circuito 1, en él hay instalados 5 luminarios tipo Spot de 18 watts, 6 luminarios de 60x60 de 40 watts, 2 contactos normales.

- 1 interruptor de 1 polo 15 A, que controla el circuito 2, en él hay instalados 2 luminarios tipo Spot de 18 watts, 16 luminarios de 60x60 de 40 watts, 1 contactos normales.
- 1 interruptor de 1 polo 15 A, que controla el circuito 3, en él hay instalados 13 luminarios de 60x60 de 40 watts, 1 contactos normales.
- 1 interruptor de 1 polo 15 A, que controla el circuito 4, en él hay instalados 7 luminarios tipo Spot de 18 watts, 8 luminario tipo Spot de 12 watts, 1 luminarios de 60x60 de 40 watts.

f.- 1 Interruptor bifásico 2 polos 50 A, que controla el circuito que llega al tablero de alumbrados y contactos de **bodega 1**.

En este tablero se encuentra instalado:

- 1 interruptor de 1 polo 20 A, que controla el circuito 1, en él hay instalado 3 lámparas de campana.
- 1 interruptor de 1 polo 20 A, que controla el circuito 2, en él hay instalado 5 contactos normales.

g.- 1 Interruptor bifásico 2 polos 50 A, que controla el circuito que llega al tablero de alumbrados y contactos de **bodega 2**.

En este tablero se encuentra instalado:

- 1 interruptor de 1 polo 20 A, que controla el circuito 1, en él hay instalado 1 lámpara de campana.
- 1 interruptor de 1 polo 20 A, que controla el circuito 2, en él hay instalado 2 contactos normales.

g.- 1 Interruptor bifásico 2 polos 50 A, que controla el circuito de alumbrado exterior en el que hay instalado 13 lámparas de 60 watts.

h.- 1 Interruptor monofásico 1 polos 20 A, que controla el circuito de 1 bomba de 1.5 HP

i.- 1 Interruptor monofásico 1 polos 20 A, que controla el circuito de 1 bomba de 1.5 HP

j.- 1 Interruptor monofásico 1 polos 20 A, que controla el circuito de 1 bomba de 1.5 HP

5. Referencias

<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19776/1/CD-9185.pdf>

<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/21678/FINAL%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19884/1/CD-9303.pdf>

<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19776/1/CD-9185.pdf>

NOM-001-SEDE 2012

NOM 025-STPS-2008

6. Anexos

Tabla 310- 15(b)16

Tabla 310-15(b)(16).- Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones hasta 2000 volts y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o directamente enterrados, basados en una temperatura ambiente de 30 °C*

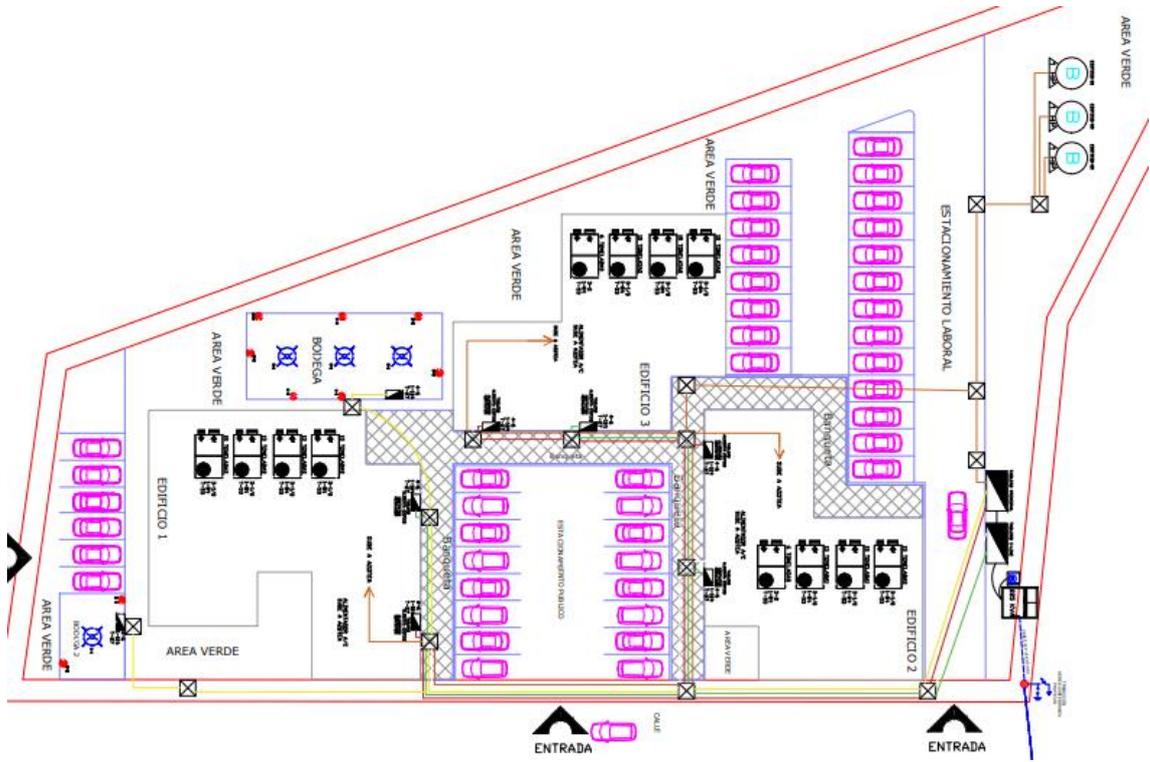
| Tamaño o designación | | Temperatura nominal del conductor [Véase la tabla 310-104(a)] | | | | | |
|----------------------------|-----------------|---|--|--|--|-------------------------|--|
| | | 60 °C | 75 °C | 90 °C | 60 °C | 75 °C | 90 °C |
| mm ² | AWG o kcmil | TIPOS TW, UF | TIPOS RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, XHHW, USE, ZW | TIPOS RHW-2, THHN, THHW, THHW- LS, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW- 2, ZW-2 | TIPOS UF | TIPOS RHW, XHHW, USE | TIPOS SA, SIS, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2 |
| | | COBRE | | | ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE | | |
| 0.824 | 18 ⁰ | — | — | 14 | — | — | — |
| 1.31 | 16 ⁰ | — | — | 18 | — | — | — |
| 2.08 | 14 ⁰ | 15 | 20 | 25 | — | — | — |
| 3.31 | 12 ⁰ | 20 | 25 | 30 | — | — | — |
| 5.28 | 10 ⁰ | 30 | 35 | 40 | — | — | — |
| 8.37 | 8 ⁰ | 40 | 50 | 55 | — | — | — |
| 13.3 | 6 ⁰ | 55 | 65 | 75 | 40 | 50 | 55 |
| 21.2 | 4 ⁰ | 70 | 85 | 95 | 55 | 65 | 75 |
| 26.7 | 3 ⁰ | 85 | 100 | 115 | 65 | 75 | 85 |
| 33.6 | 2 ⁰ | 95 | 115 | 130 | 75 | 90 | 100 |
| 42.4 | 1 ⁰ | 110 | 130 | 145 | 85 | 100 | 115 |
| 53.49 | 1/0 | 125 | 150 | 170 | 100 | 120 | 135 |
| 67.43 | 2/0 | 145 | 175 | 195 | 115 | 135 | 150 |
| 85.01 | 3/0 | 165 | 200 | 225 | 130 | 155 | 175 |
| 107.2 | 4/0 | 195 | 230 | 260 | 150 | 180 | 205 |
| 127 | 250 | 215 | 255 | 290 | 170 | 205 | 230 |
| 152 | 300 | 240 | 285 | 320 | 195 | 230 | 260 |
| 177 | 350 | 260 | 310 | 350 | 210 | 250 | 280 |
| 203 | 400 | 280 | 335 | 380 | 225 | 270 | 305 |
| 253 | 500 | 320 | 380 | 430 | 260 | 310 | 350 |
| 304 | 600 | 350 | 420 | 475 | 285 | 340 | 385 |
| 355 | 700 | 385 | 460 | 520 | 315 | 375 | 425 |
| 380 | 750 | 400 | 475 | 535 | 320 | 385 | 435 |
| 405 | 800 | 410 | 490 | 555 | 330 | 395 | 445 |
| 496 | 900 | 435 | 520 | 585 | 355 | 425 | 480 |
| 507 | 1000 | 455 | 545 | 615 | 375 | 445 | 500 |
| 633 | 1250 | 495 | 590 | 665 | 405 | 485 | 545 |
| 760 | 1500 | 525 | 625 | 705 | 435 | 520 | 585 |
| 887 | 1750 | 545 | 650 | 735 | 455 | 545 | 615 |
| 1013 | 2000 | 555 | 665 | 750 | 470 | 560 | 630 |

* Véase 310-15(b)(2) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente es diferente a 30 °C.

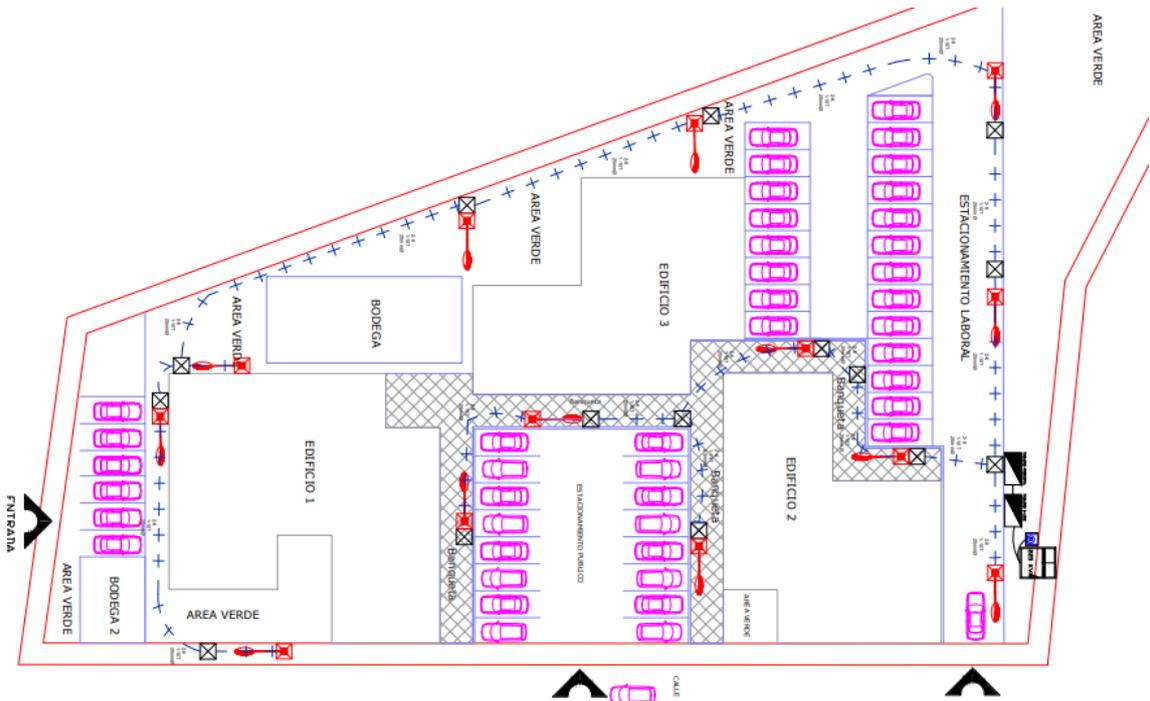
** Véase 240-4(d) para limitaciones de protección contra sobrecalentamiento del conductor.

Planos en imágenes

Plano conjunto de la obra



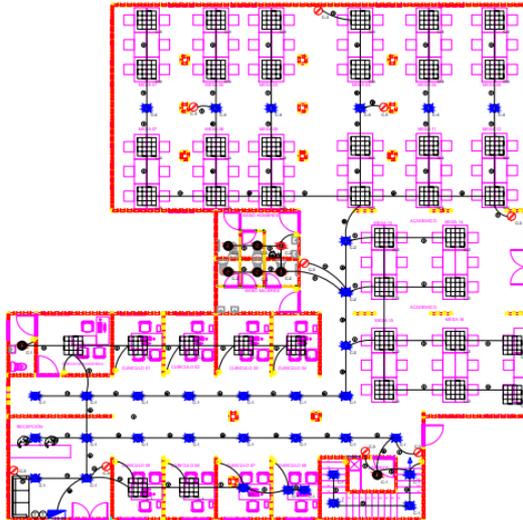
plano luminarias exterior



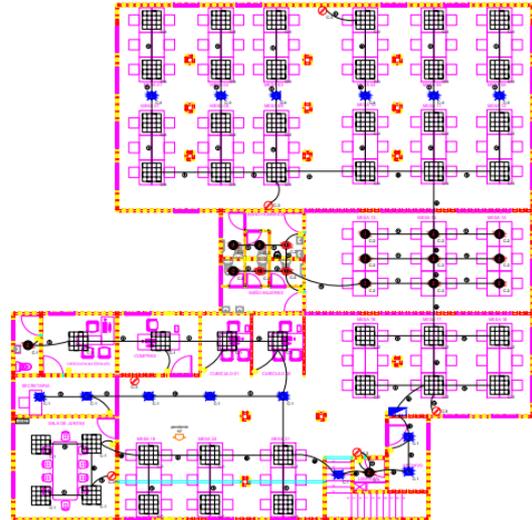
Simbología

Planos del edificio 1

Plano edificio 1 uno de distribución de luminarias planta baja y Plano edificio 1 de distribución de luminarias planta alta.

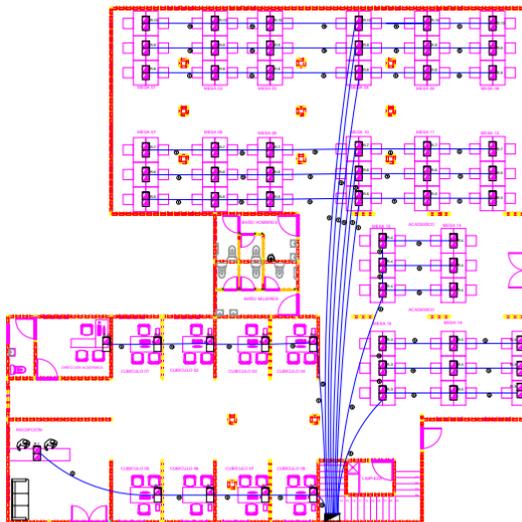


PLANTA BAJA - EDIFICIO 1
LUMINARIAS, CONTACTOS

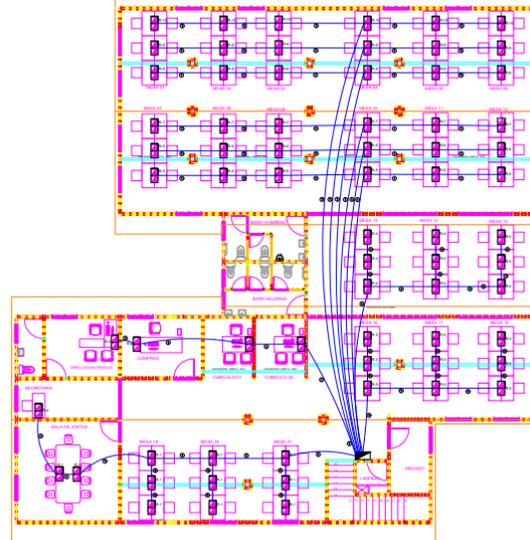


PLANTA ALTA - EDIFICIO 1
LUMINARIAS, CONTACTOS

Plano edificio 1 distribución de receptáculos de corriente regulada planta baja y Plano edificio 1 distribución de receptáculos de corriente regulada planta alta



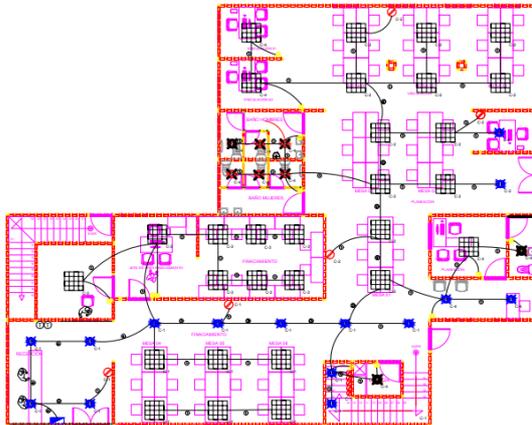
PLANTA BAJA - EDIFICIO 1
CONTACTOS REGULADOS



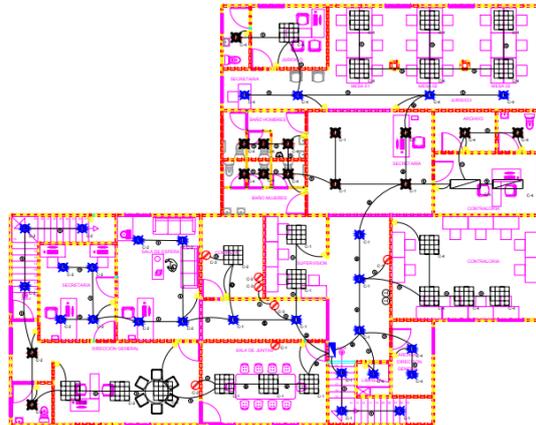
PLANTA ALTA - EDIFICIO 1
CONTACTOS REGULADOS

Planos del edificio 2

Plano edificio 2 de distribución de luminarias planta baja y Plano edificio 2 de distribución de luminarias planta alta.

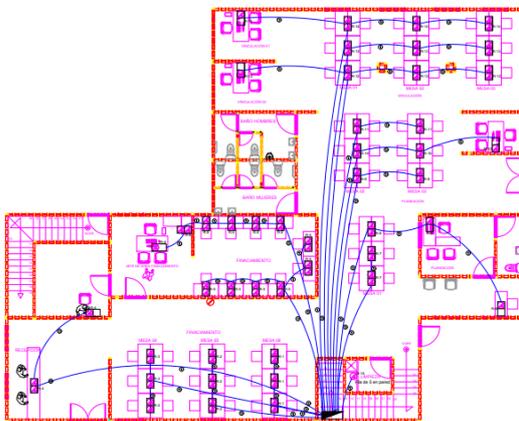


PLANTA BAJA - EDIFICIO 2
LUMINARIAS, CONTACTOS

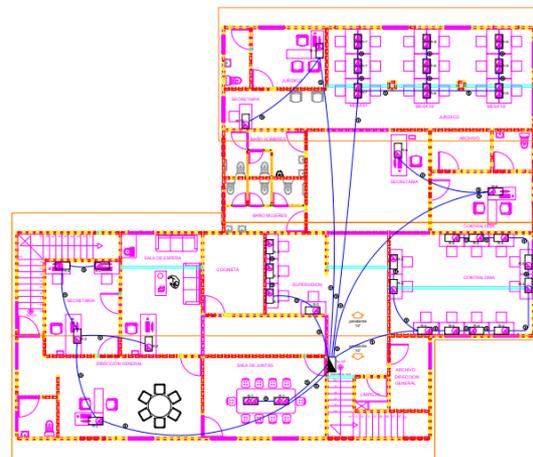


PLANTA ALTA - EDIFICIO 2
LUMINARIAS, CONTACTOS

Plano edificio 2 distribución de receptáculos de corriente regulada planta baja y Plano edificio 2 distribución de receptáculos de corriente regulada planta alta.



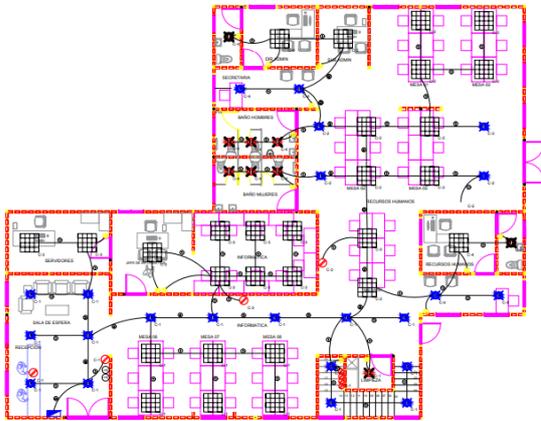
PLANTA BAJA - EDIFICIO 2
CONTACTOS REGULADOS



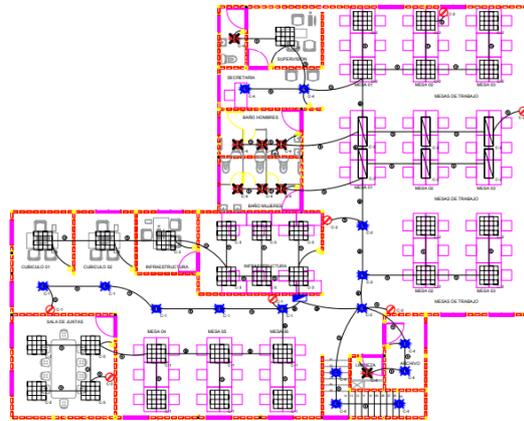
PLANTA ALTA - EDIFICIO 2
CONTACTOS REGULADOS

Planos del edificio 3

Plano edificio 3 de distribución de luminarias planta baja y Plano edificio 3 de distribución de luminarias planta alta.

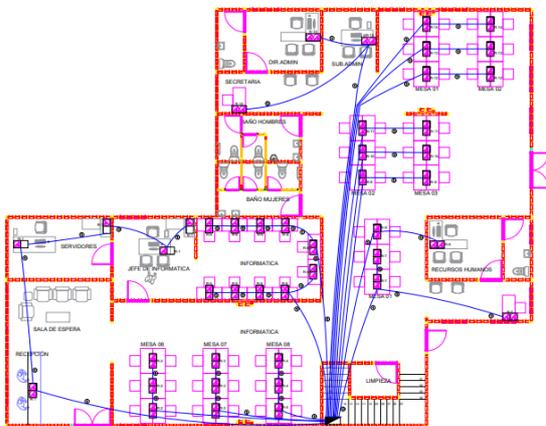


PLANTA BAJA - EDIFICIO 3
LUMINARIAS, CONTACTOS

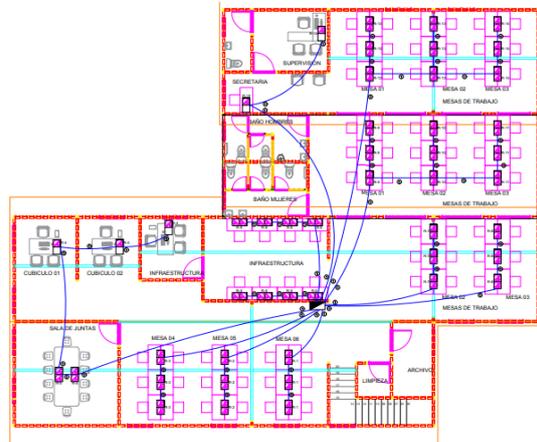


PLANTA ALTA - EDIFICIO 3
LUMINARIAS , CONTACTOS

Plano edificio 3 distribución de receptáculos de corriente regulada planta baja y Plano edificio 3 distribución de receptáculos de corriente regulada planta alta.



PLANTA BAJA - EDIFICIO 3
CONTACTOS REGULADOS



PLANTA ALTA - EDIFICIO 3
CONTACTOS REGULADOS

Simbologías

 ALUMBRADO EXTERIOR

- + + + + INSTALACION SUBTERRANEA

 REGISTRO DE CONCRETO

 TABLERO

 TRANSFORMADR

— ALIMENTADOR ALUMBRADO, CONTACTO

— ALIMENTADOR CONTACTO REGULADO

— ALIMENTADOR BODEGA

— ALIMENTADOR A/C

— ALIMENTADOR BOMBA

 BOMBA

 REGISTRO DE CONCRETO

 TABLERO

 TRANSFORMADR

 LUMINARIO 60X60 DE 40 W

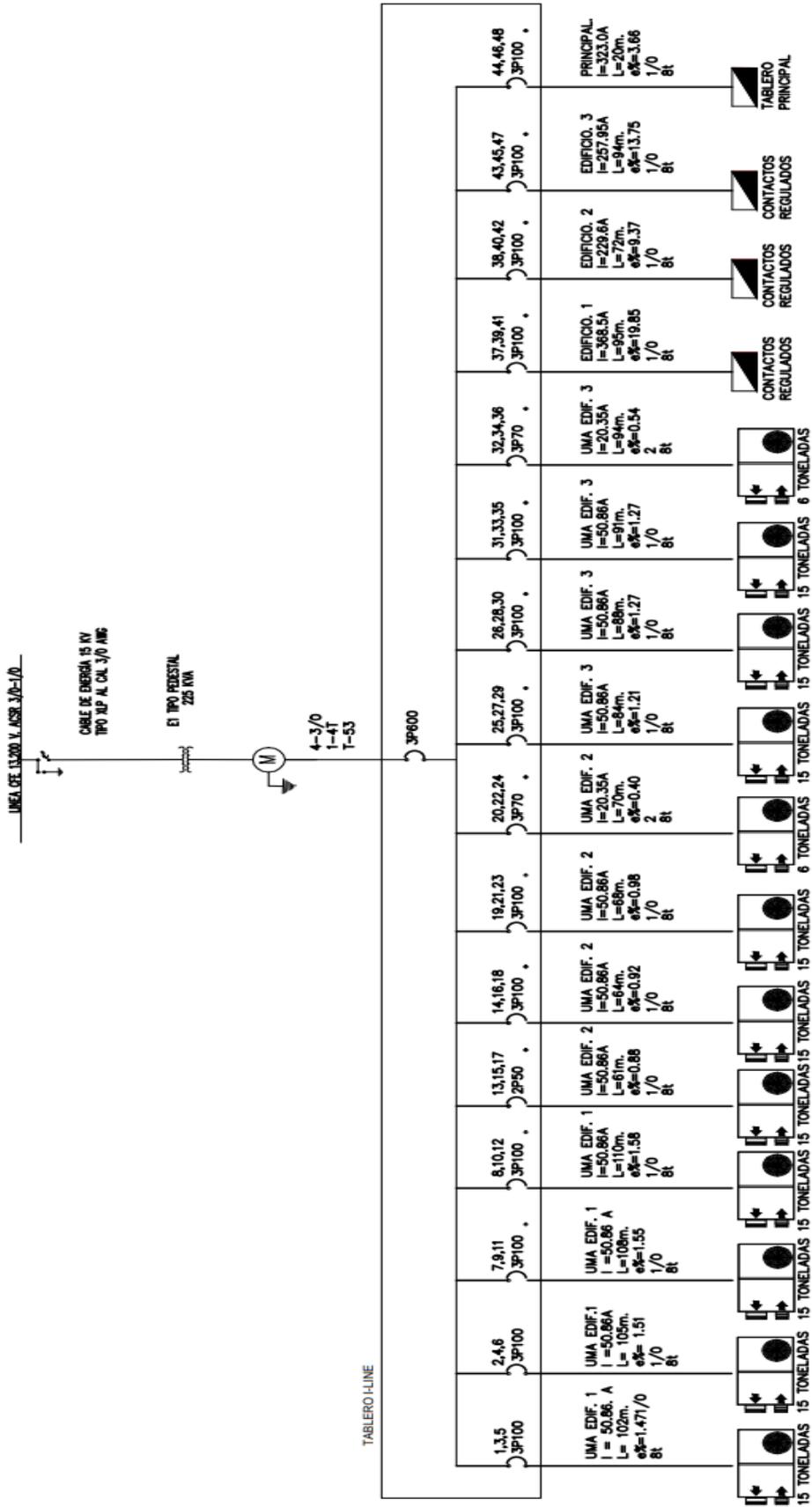
 LUMINARIA TIPO SPOT DE 18 W

 LUMINARIA TIPO SPOT DE 12 W

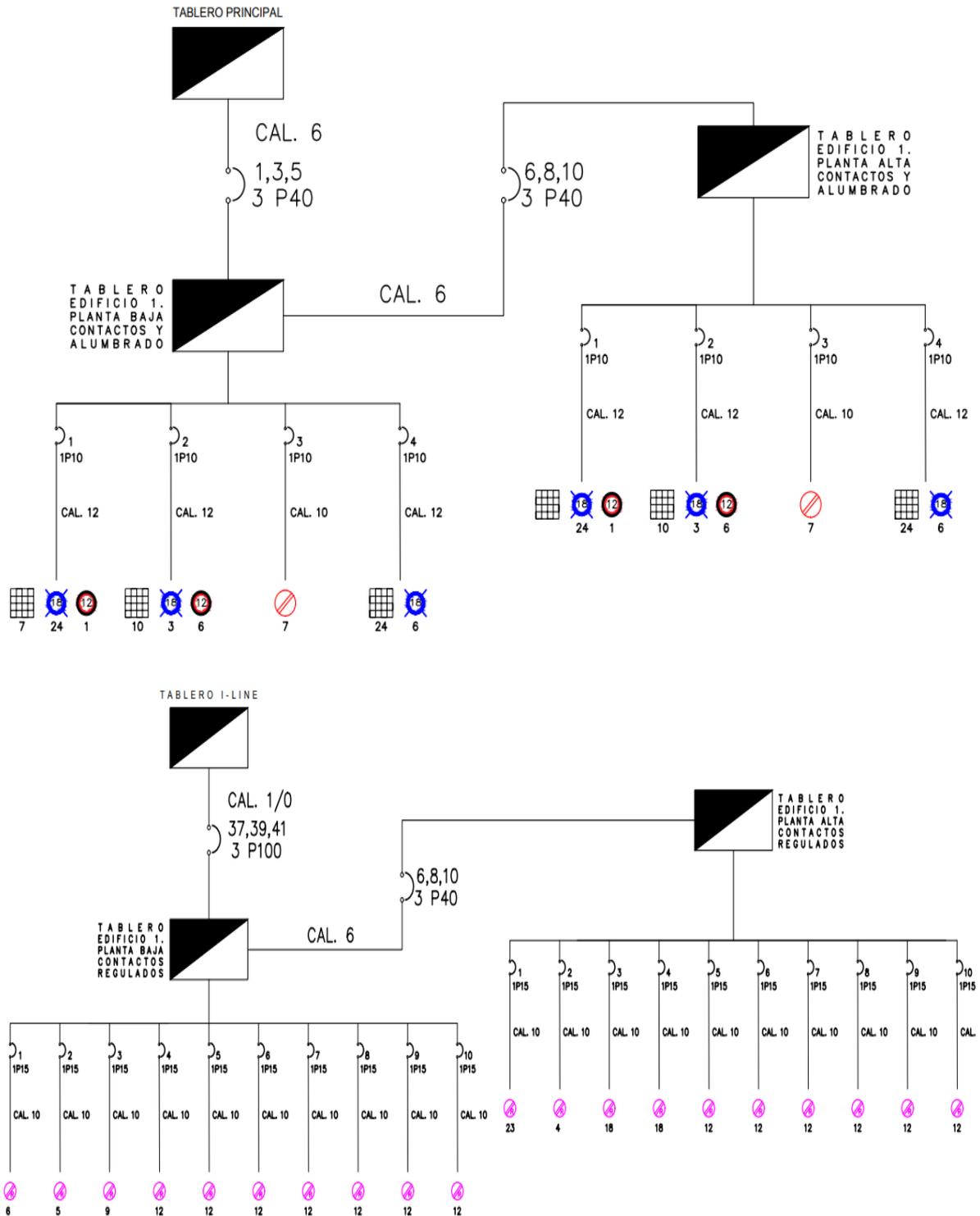
 CONTACTO DUPLEX

 CONTACTO REGULADO

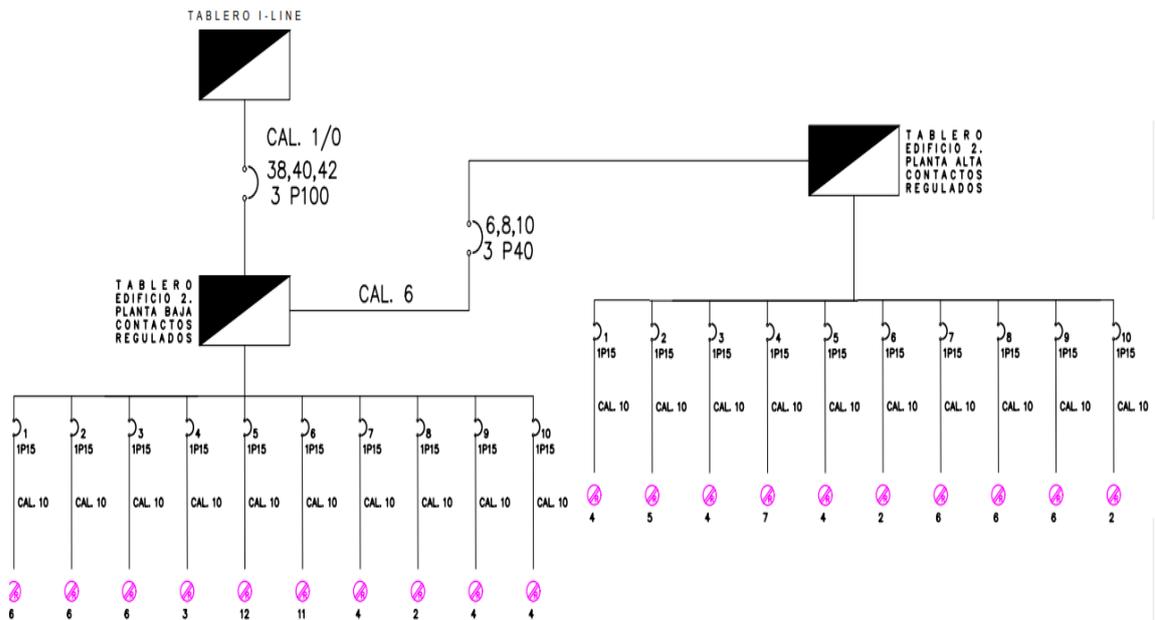
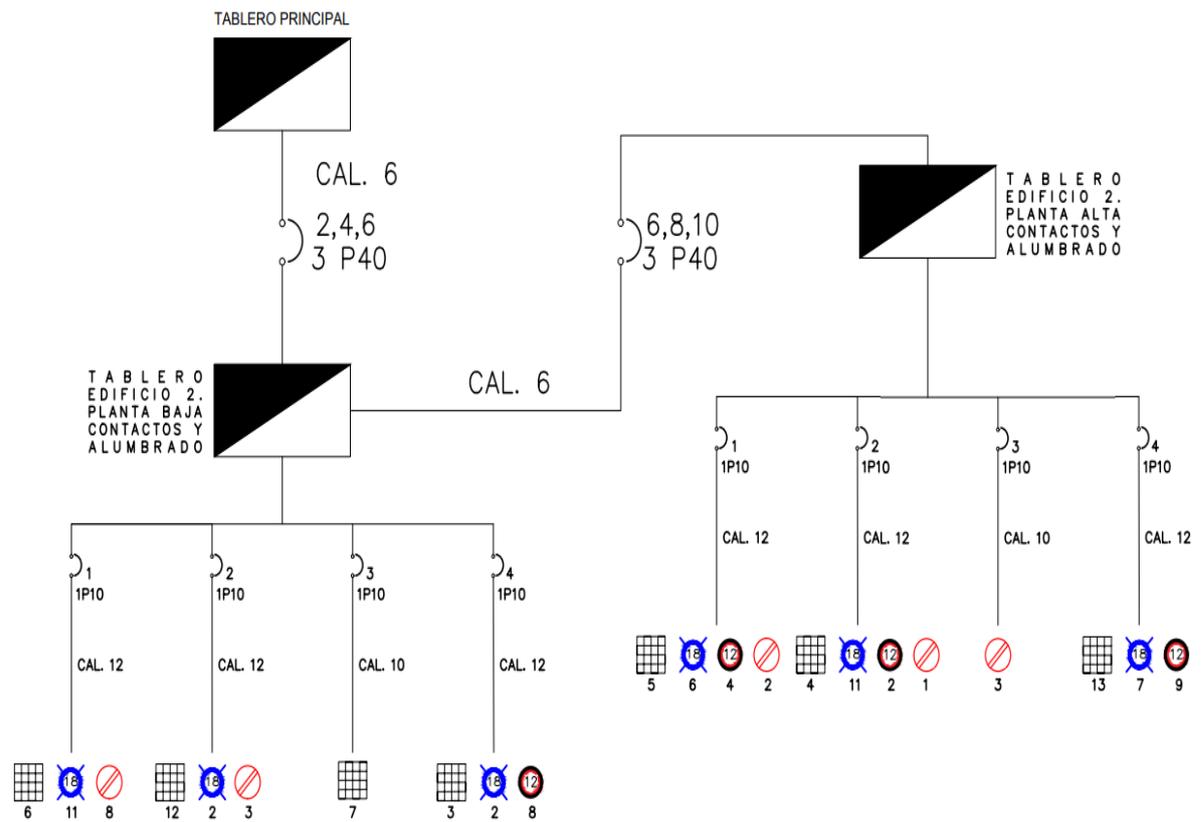
-DIAGRAMA UNIFILAR-



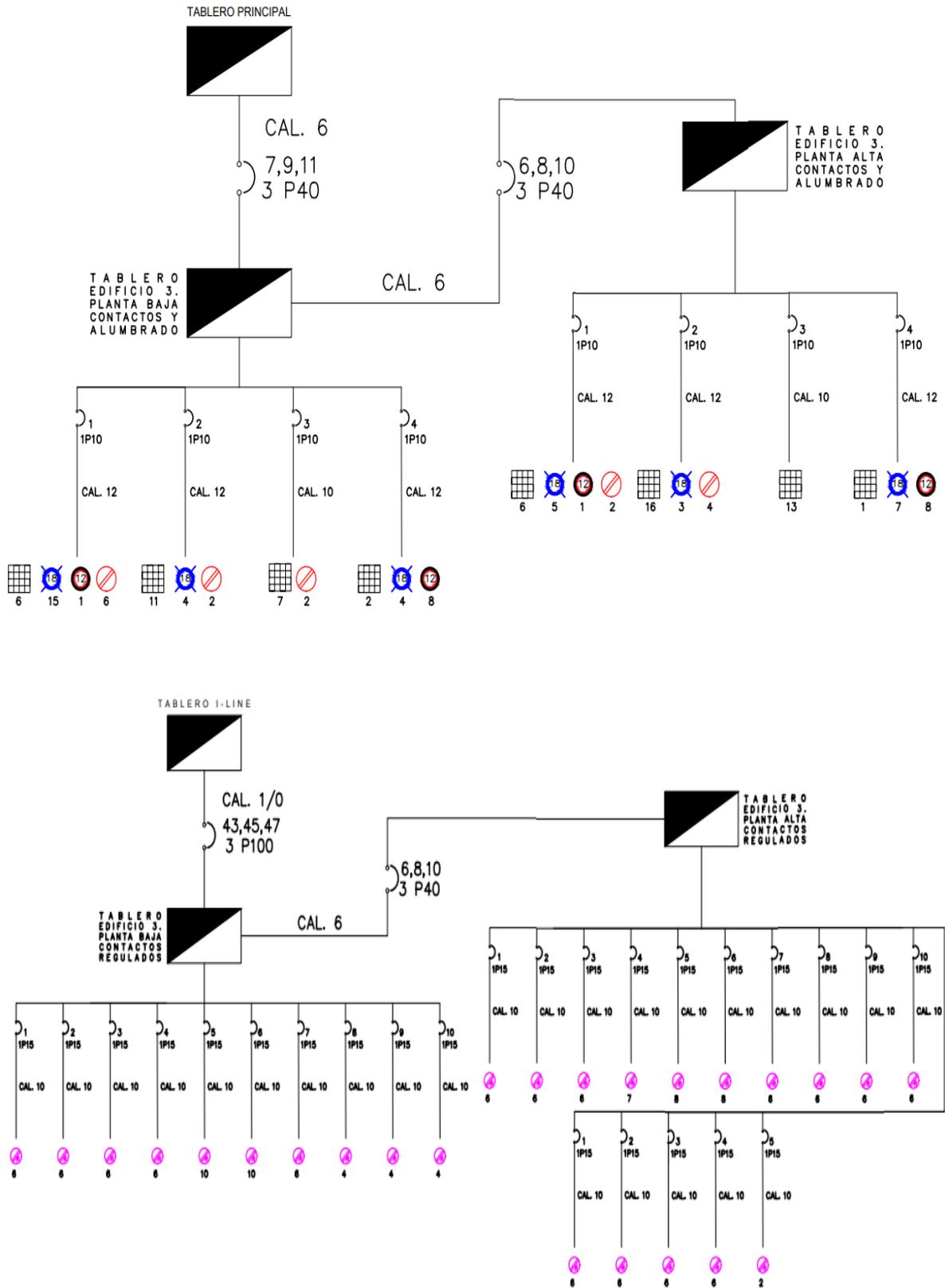
Edificio 1 luminarias y receptáculos



Edificio 2



Edificio 3



Cuadros de carga

cuadros de carga de centros de cargas luminarias

| TABLERO " EDIFICIO 1" PLANTA BAJA | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|-------|------|------|---------------|-----------------|-------|
| Luminaria 60X60 36W | Luminaria Tipo Spot de 18 W | Luminaria Tipo Spot de 12 W | Contacto Duplex 180 W | WATTS TOTAL | WATTS FASE A | WATTS FASE B | WATTS FASE C | Amp | Volts | Long | %e | Cond. Fase | Cond. Tierra | ITM |
| 7 | 24 | 1 | | 724 | 724 | | | 5,70 | 127 | 65 | 3,35 | 12 | 12 | 1P10A |
| 10 | 3 | 6 | | 526 | 526 | | | 4,14 | 127 | 59 | 2,21 | 12 | 12 | 1P10A |
| | | | 7 | 1260 | | 1260 | | 9,92 | 127 | 49 | 4,39 | 12 | 12 | 1P15A |
| 24 | 6 | | | 1060 | | 1.060 | | 8,35 | 127 | 50 | 3,77 | 12 | 12 | 1P15A |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| 41 | 33 | 7 | 7 | 3570 | 1250 | 2320 | 0 | 28,11 | 220 | 120 | 3,21 | 1/0 | 8 | 3P40A |

| TABLERO " EDIFICIO 1" PLANTA ALTA | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|-------|------|------|---------------|-----------------|-------|
| Luminaria 60X60 36W | Luminaria Tipo Spot de 18 W | Luminaria Tipo Spot de 12 W | Contacto Duplex 180 W | WATTS TOTAL | WATTS FASE A | WATTS FASE B | WATTS FASE C | Amp | Volts | Long | %e | Cond. Fase | Cond. Tierra | ITM |
| 14 | 8 | 2 | | 672 | 1062 | | | 5,29 | 127 | 92 | 4,40 | 12 | 12 | 1P10A |
| 6 | | 15 | | 396 | 756 | | | 3,12 | 127 | 71 | 2,00 | 12 | 12 | 1P10A |
| | | | 5 | 900 | | 540 | | 7,09 | 127 | 30 | 1,92 | 10 | 12 | 1P10A |
| 24 | 6 | | | 972 | | 1.512 | | 7,65 | 127 | 95 | 6,57 | 12 | 12 | 1P10A |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| 44 | 14 | | 5 | 2940 | 1818 | 2052 | 0 | 23,15 | 220 | 150 | 4,07 | 1/0 | 8 | 3P40A |

| TABLERO " EDIFICIO 2" PLANTA BAJA | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------|--------------|-----------------|-------|-------|------|-------|------------|-----------------|-------|
| CTO | Luminaria 60X60 36W | Luminaria Tipo Spot de 18 W | Luminaria Tipo Spot de 12 W | Contacto Duplex 180 W | WATTS TOTAL | WATTS FASE A | WATTS FASE B | WATTS FASE C | Amp | Volts | Long | %e | Cond. Fase | Cond. Tierra | ITM |
| 1 | 6 | 11 | | 8 | 1854 | 1854 | | | 14,60 | 127 | 60 | 7,91 | 12 | 12 | 1P15A |
| 2 | 12 | 2 | | 3 | 1008 | 1008 | | | 7,94 | 127 | 75 | 5,38 | 12 | 12 | 1P15A |
| 3 | 7 | | | | 252 | | 252 | | 1,98 | 127 | 65 | 1,16 | 12 | 12 | 1P15A |
| 4 | 3 | 2 | 8 | | 240 | | 240 | | 1,89 | 127 | 35 | 0,60 | 10 | 12 | 1P15A |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | 28 | 15 | | 11 | 3354 | 2862 | 492 | 0 | 26,41 | 220 | 65 | 15,50 | | | 3P40A |

| TABLERO " EDIFICIO 2" PLANTA ALTA | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------|--------------|-----------------|-------|-------|------|-------|------------|-----------------|-------|
| CTO | Luminaria 60X60 36W | Luminaria Tipo Spot de 18 W | Luminaria Tipo Spot de 12 W | Contacto Duplex 180 W | WATTS TOTAL | WATTS FASE A | WATTS FASE B | WATTS FASE C | Amp | Volts | Long | %e | Cond. Fase | Cond. Tierra | ITM |
| 1 | 5 | 6 | 4 | 2 | 696 | 396 | | | 5,48 | 127 | 80 | 3,96 | 12 | 12 | 1P15A |
| 2 | 4 | 11 | 2 | 1 | 1008 | 1008 | | | 7,94 | 127 | 32 | 2,29 | 12 | 12 | 1P15A |
| 3 | | | | 4 | 252 | | 252 | | 1,98 | 127 | 25 | 0,45 | 10 | 12 | 1P15A |
| 4 | 13 | 7 | 9 | | 240 | | 240 | | 1,89 | 127 | 35 | 0,60 | 12 | 12 | 1P15A |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | 22 | 24 | | 7 | 2196 | 1404 | 492 | 0 | 17,29 | 220 | 75 | 11,71 | | | 3P40A |

| TABLERO "EDIFICIO 3" PLANTA BAJA | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|-------|------|------|------------|--------------|-------|
| CTO | Luminaria 60X60 36W | Luminaria Tipo Spot de 18 W | Luminaria Tipo Spot de 12 W | Contacto Duplex 180 W | WATTS TOTAL | WATTS FASE A | WATTS FASE B | WATTS FASE C | Amp | Volts | Long | %e | Cond. Fase | Cond. Tierra | ITM |
| 1 | 6 | 15 | 1 | 6 | 1578 | 1578 | | | 12,43 | 127 | 50 | 5,61 | 12 | 12 | 1P15A |
| 2 | 11 | 4 | | 2 | 828 | 828 | | | 6,52 | 127 | 63 | 3,71 | 12 | 12 | 1P15A |
| 3 | 9 | | | 1 | 504 | | 504 | | 3,97 | 127 | 70 | 2,51 | 12 | 12 | 1P15A |
| 4 | 2 | 4 | 8 | | 240 | | 240 | | 1,89 | 127 | 59 | 1,01 | 12 | 12 | 1P15A |
| TOTAL | 28 | 23 | | 9 | 3150 | 2406 | 744 | 0 | 10,90 | 220 | 95 | 9,35 | | | 3P50A |

| TABLERO "EDIFICIO 3" PLANTA ALTA | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|-------|------|-------|------------|--------------|-------|
| CTO | Luminaria 60X60 36W | Luminaria Tipo Spot de 18 W | Luminaria Tipo Spot de 12 W | Contacto Duplex 180 W | WATTS TOTAL | WATTS FASE A | WATTS FASE B | WATTS FASE C | Amp | Volts | Long | %e | Cond. Fase | Cond. Tierra | ITM |
| 1 | 6 | 5 | 1 | 2 | 678 | 678 | | | 5,34 | 127 | 95 | 4,58 | 12 | 12 | 1P15A |
| 2 | 16 | 3 | | 4 | 1350 | 1350 | | | 10,63 | 127 | 70 | 6,72 | 12 | 12 | 1P15A |
| 3 | 13 | | | | 468 | | 468 | | 3,69 | 127 | 55 | 1,83 | 12 | 12 | 1P15A |
| 4 | 1 | 7 | 8 | | 258 | | 258 | | 2,03 | 127 | 81 | 1,49 | 12 | 12 | 1P15A |
| TOTAL | 36 | 15 | | 6 | 2754 | 2028 | 726 | 0 | 21,69 | 220 | 70 | 13,71 | | | 3P50A |

Cuadros de carga de centros de carga receptáculos de corriente regulada

| TABLERO REGULADOS "EDIFICIO 1" PLANTA BAJA | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|-------|------|-------|------------|--------------|--------|
| CTO | Contacto Regulados duplex 180 W | WATTS TOTAL | WATTS FASE A | WATTS FASE B | WATTS FASE C | A | Volts | Long | %e | Cond. Fase | Cond. Tierra | ITM |
| 1 | 10 | 1800 | 1800 | | | 14,17 | 127 | 64 | 5,16 | 10 | 12 | 1P20A |
| 2 | 10 | 1800 | 1800 | | | 14,17 | 127 | 40 | 3,21 | 10 | 12 | 1P20A |
| 3 | 10 | 1800 | | 3240 | | 14,17 | 127 | 68 | 9,83 | 10 | 12 | 1P20A |
| 4 | 12 | 2160 | | 2.160 | | 17 | 127 | 36 | 3,47 | 10 | 12 | 1P20A |
| 5 | 12 | 2160 | | | 2160 | 17 | 127 | 26 | 2,5 | 10 | 12 | 1P20A |
| 6 | 12 | 2160 | | | 2160 | 17 | 127 | 55 | 5,3 | 10 | 12 | 1P20A |
| 7 | 12 | 2160 | 2160 | | | 17 | 127 | 44 | 4,26 | 10 | 12 | 1P20A |
| 8 | 12 | 2160 | 2160 | | | 17 | 127 | 30 | 3,41 | 10 | 12 | 1P20A |
| 9 | 12 | 2160 | | 2.160 | | 17 | 127 | 65 | 6,26 | 10 | 12 | 1P20A |
| 10 | 12 | 2160 | | 2.160 | | 17 | 127 | 36 | 3,47 | 10 | 12 | 1P20A |
| TOTAL | 114 | 20520 | 7920 | 9720 | 4320 | 31,34 | 220 | 80 | 76,51 | 1/0 | 8 | 3P100A |

| TABLERO REGULADOS "EDIFICIO 1" PLANTA ALTA | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|-------|------|------|------------|--------------|--------|
| CTO | Contacto Regulados duplex 180 W | WATTS TOTAL | WATTS FASE A | WATTS FASE B | WATTS FASE C | A | Volts | Long | %e | Cond. Fase | Cond. Tierra | ITM |
| 1 | 10 | 1800 | 3960 | | | 14,17 | 127 | 99 | 17,5 | 10 | 12 | 1P20A |
| 2 | 8 | 1440 | 1440 | | | 11,33 | 127 | 35 | 2,24 | 10 | 12 | 1P20A |
| 3 | 10 | 1800 | | 3240 | | 14,17 | 127 | 75 | 2,04 | 10 | 12 | 1P20A |
| 4 | 10 | 1800 | | 3240 | | 14,17 | 127 | 65 | 9,4 | 10 | 12 | 1P20A |
| 5 | 12 | 2160 | | | 2160 | 17 | 127 | 25 | 2,4 | 10 | 12 | 1P20A |
| 6 | 12 | 2160 | | | 2160 | 17 | 127 | 46 | 4,43 | 10 | 12 | 1P20A |
| 7 | 12 | 2160 | 2160 | | | 17 | 127 | 55 | 5,3 | 10 | 12 | 1P20A |
| 8 | 12 | 2160 | 2160 | | | 17 | 127 | 53 | 5,1 | 10 | 12 | 1P20A |
| 9 | 12 | 2160 | | 2.160 | | 17 | 127 | 36 | 3,47 | 10 | 12 | 1P20A |
| 10 | 12 | 2160 | | 2.160 | | 17 | 127 | 65 | 6,26 | 10 | 12 | 1P20A |
| TOTAL | 110 | 19800 | 9720 | 10800 | 4320 | 31,34 | 220 | 155 | 5,48 | 1/0 | 8 | 3P100A |

| TABLERO REGULADOS " EDIFICIO 2" PLANTA BAJA | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------|-------|------|------|------------|--------------|--------|
| CTO | Contacto regulado Duplex 180 W | WATTS TOTAL | WATTS FASE A | WATTS FASE B | WATTS FASE C | A | Volts | Long | %e | Cond. Fase | Cond. Tierra | ITM |
| 1 | 6 | 1080 | 1080 | | | 8,50 | 127 | 40 | 1,92 | 10 | 12 | 1P20A |
| 2 | 6 | 1080 | 1080 | | | 8,50 | 127 | 25 | 1,2 | 10 | 12 | 1P20A |
| 3 | 6 | 1.080 | | 1080 | | 8,5 | 127 | 30 | 1,44 | 10 | 12 | 1P20A |
| 4 | 4 | 720 | | 720 | | 5,66 | 127 | 37 | 1,18 | 10 | 12 | 1P20A |
| 5 | 12 | 2160 | | | 2160 | 17 | 127 | 45 | 4,33 | 10 | 12 | 1P20A |
| 6 | 12 | 2160 | | | 2160 | 17,0 | 127 | 56 | 5,39 | 10 | 12 | 1P20A |
| 7 | 4 | 720 | 720 | | | 5,66 | 127 | 45 | 1,44 | 10 | 12 | 1P20A |
| 8 | 6 | 1080 | 1080 | | | 8,50 | 127 | 26 | 1,25 | 10 | 12 | 1P20A |
| 9 | 4 | 720 | | 720 | | 5,66 | 127 | 15 | 0,48 | 10 | 12 | 1P20A |
| 10 | 6 | 1080 | | 1080 | | 8,50 | 127 | 20 | 0,96 | 10 | 12 | 1P20A |
| 11 | 4 | 720 | | | 720 | 5,66 | 127 | 26 | 0,83 | 10 | 12 | 1P20A |
| 12 | 8 | 1440 | | | 1440 | 11,33 | 127 | 32 | 2,05 | 10 | 12 | 1P20A |
| 13 | 6 | 1080 | 1080 | | | 8,50 | 127 | 28 | 1,34 | 10 | 12 | 1P20A |
| 14 | 8 | 1440 | 1440 | | | 11,33 | 127 | 30 | 1,92 | 10 | 12 | 1P20A |
| TOTAL | 92 | 16560 | 6480 | 1800 | 4320 | 50,99 | 220 | 40 | 2,88 | 1/0 | 8 | 3P100A |

| TABLERO REGULADOS " EDIFICIO 2" PLANTA ALTA | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------|-------|------|------|------------|--------------|--------|
| CTO | Contacto regulado Duplex 180 W | WATTS TOTAL | WATTS FASE A | WATTS FASE B | WATTS FASE C | A | Volts | Long | %e | Cond. Fase | Cond. Tierra | ITM |
| 1 | 4 | 720 | 720 | | | 5,66 | 127 | 34 | 1,09 | 10 | 12 | 1P20A |
| 2 | 10 | 1800 | 1800 | | | 14,17 | 127 | 56 | 4,49 | 10 | 12 | 1P20A |
| 3 | 8 | 1.440 | | 1440 | | 11,33 | 127 | 28 | 1,79 | 10 | 12 | 1P20A |
| 4 | 14 | 2520 | | 2.520 | | 19,84 | 127 | 45 | 5,06 | 10 | 12 | 1P20A |
| 5 | 8 | 1440 | | | 1440 | 11,33 | 127 | 19 | 1,22 | 10 | 12 | 1P20A |
| 6 | 8 | 1440 | | | 1440 | 11,33 | 127 | 33 | 2,11 | 10 | 12 | 1P20A |
| 7 | 6 | 1080 | 1080 | | | 8,5 | 127 | 25 | 1,2 | 10 | 12 | 1P20A |
| 8 | 6 | 1080 | 1080 | | | 8,5 | 127 | 28 | 1,34 | 10 | 12 | 1P20A |
| 9 | 6 | 1080 | | 1.080 | | 8,5 | 127 | 34 | 1,63 | 10 | 12 | 1P20A |
| TOTAL | 70 | 12600 | 4680 | 5040 | 2880 | 31,34 | 220 | 29 | 1,02 | 1/0 | 8 | 3P100A |

| TABLERO REGULADOS " EDIFICIO 3" PLANTA BAJA | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------|-------|------|------|------------|--------------|--------|
| CTO | Contacto regulado Duplex 180 W | WATTS TOTAL | WATTS FASE A | WATTS FASE B | WATTS FASE C | A | Volts | Long | %e | Cond. Fase | Cond. Tierra | ITM |
| 1 | 10 | 1800 | 1800 | | | 14,17 | 127 | 35 | 2,81 | 10 | 12 | 1P20A |
| 2 | 6 | 1080 | 1080 | | | 8,50 | 127 | 25 | 1,2 | 10 | 12 | 1P20A |
| 3 | 6 | 1.080 | | 1080 | | 8,5 | 127 | 38 | 1,83 | 10 | 12 | 1P20A |
| 4 | 6 | 1080 | | 1.080 | | 8,5 | 127 | 26 | 1,25 | 10 | 12 | 1P20A |
| 5 | 10 | 1800 | | | 1800 | 14,17 | 127 | 40 | 3,21 | 10 | 12 | 1P20A |
| 6 | 10 | 1800 | | | 1800 | 14,17 | 127 | 46 | 3,69 | 10 | 12 | 1P20A |
| 7 | 6 | 1080 | 1080 | | | 8,5 | 127 | 30 | 1,44 | 10 | 12 | 1P20A |
| 8 | 4 | 720 | 720 | | | 5,66 | 127 | 25 | 0,8 | 10 | 12 | 1P20A |
| 9 | 4 | 720 | | 720 | | 5,66 | 127 | 29 | 0,93 | 10 | 12 | 1P20A |
| 10 | 4 | 720 | | 720 | | 5,66 | 127 | 16 | 0,51 | 10 | 12 | 1P20A |
| 11 | 4 | 720 | | | 720 | 5,66 | 127 | 33 | 1,05 | 10 | 12 | 1P20A |
| 12 | 4 | 720 | | | 720 | 5,66 | 127 | 29 | 0,93 | 10 | 12 | 1P20A |
| 13 | 4 | 720 | 720 | | | 5,66 | 127 | 19 | 0,6 | 10 | 12 | 1P20A |
| 14 | 4 | 720 | 720 | | | 5,66 | 127 | 32 | 1,02 | 10 | 12 | 1P20A |
| 15 | 6 | 720 | | 720 | | 5,66 | 127 | 29 | 0,93 | 10 | 12 | 1P20A |
| TOTAL | 88 | 15480 | 6120 | 4320 | 5040 | 31,34 | 220 | 40 | 1,41 | 1/0 | 8 | 3P100A |

| TABLERO REGULADOS " EDIFICIO 3" PLANTA ALTA | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------|-------|------|-------|------------|--------------|--------|
| CTO | Contacto regulado Duplex 180 W | WATTS TOTAL | WATTS FASE A | WATTS FASE B | WATTS FASE C | A | Volts | Long | %e | Cond. Fase | Cond. Tierra | ITM |
| 1 | 6 | 1080 | 1080 | | | 8,50 | 127 | 25 | 1,2 | 10 | 12 | 1P20A |
| 2 | 6 | 1080 | 1080 | | | 8,50 | 127 | 25 | 1,2 | 10 | 12 | 1P20A |
| 3 | 6 | 1.080 | | 1080 | | 8,5 | 127 | 29 | 1,39 | 10 | 12 | 1P20A |
| 4 | 10 | 1800 | | 1.800 | | 14,17 | 127 | 30 | 2,41 | 10 | 12 | 1P20A |
| 5 | 8 | 1440 | | | 1440 | 11,33 | 127 | 42 | 2,69 | 10 | 12 | 1P20A |
| 6 | 8 | 1440 | | | 1440 | 11,33 | 127 | 37 | 2,37 | 10 | 12 | 1P20A |
| 7 | 6 | 1080 | 1080 | | | 8,5 | 127 | 28 | 1,34 | 10 | 12 | 1P20A |
| 8 | 6 | 1080 | 1080 | | | 8,5 | 127 | 19 | 0,91 | 10 | 12 | 1P20A |
| 9 | 6 | 1080 | | 1.080 | | 8,5 | 127 | 22 | 1,06 | 10 | 12 | 1P20A |
| 10 | 6 | 1080 | | 1.080 | | 8,5 | 127 | 32 | 1,54 | 10 | 12 | 1P20A |
| 11 | 6 | 1080 | | | 1080 | 8,5 | 127 | 34 | 1,63 | 10 | 12 | 1P20A |
| 12 | 6 | 1080 | | | 1080 | 8,5 | 127 | 28 | 1,34 | 10 | 12 | 1P20A |
| 13 | 6 | 1080 | 1080 | | | 8,5 | 127 | 38 | 1,83 | 10 | 12 | 1P20A |
| 14 | 6 | 1080 | 1080 | | | 8,5 | 127 | 21 | 1,01 | 10 | 12 | 1P20A |
| 15 | 4 | 720 | | 720 | | 5,66 | 127 | 19 | 0,6 | 10 | 12 | 1P20A |
| TOTAL | 96 | 17280 | 6480 | 5760 | 5040 | 31,34 | 220 | 56 | 51,00 | 1/0 | 8 | 3P100A |

Cuadro de carga de bodegas y alumbrado exterior

| BODEGA 2 | | | | | | | | | | | | | |
|----------|--------------------|-----------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------|-------|------|------|------------|--------------|-------|
| CTO | Luminaria 60 WATTS | Contacto Duplex 180 W | WATTS TOTAL | WATTS FASE A | WATTS FASE B | WATTS FASE C | Amp | Volts | Long | %e | Cond. Fase | Cond. Tierra | ITM |
| 1 | 1 | | 60 | 60 | | | 6,81 | 127 | 28 | 1,72 | 12 | 12 | 1P15A |
| 2 | | 2 | 360 | 360 | | | 5,66 | 127 | 18 | 0,92 | 10 | 12 | 1P15A |
| TOTAL | 1 | 2 | 420 | 420 | 0 | 0 | 12,47 | 220 | 35 | 3,94 | | | 2P40A |

| ALUMBRADO EXTERIOR | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------------------|--|-------------|--------------|--------------|--------------|------|-------|------|-------|------------|--------------|-------|
| CTO | Luminaria 60 WATTS | | WATTS TOTAL | WATTS FASE A | WATTS FASE B | WATTS FASE C | Amp | Volts | Long | %e | Cond. Fase | Cond. Tierra | ITM |
| 22,24 | 13 | | 780 | 390 | 390 | | 6,14 | 127 | 210 | 11,65 | 6 | 10 | 2P40A |

Cuadro de cargas de centro de cargas principal y I-LINE

| | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

| TABLERO PRINCIPAL | | | | | | | | | | | |
|-------------------|--------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------|------|-------|------------|--------------|-------|
| CTO | Tableros | WATTS TOTAL | WATTS FASE A | WATTS FASE B | WATTS FASE C | A | Long | %e | Cond. Fase | Cond. Tierra | ITM |
| 1,3,5 | Edificio "1" | 6614 | 2204 | 2204 | 2204 | 30,06 | 75 | 0,37 | 1/0 | 8 | 3P50A |
| 2,4,6 | Edificio "2" | 4858 | 1619 | 1619 | 1619 | 22 | 65 | 0,2 | 1/0 | 8 | 3P50A |
| 7,9,11 | Edificio "3" | 5256 | 1752 | 1752 | 1752 | 23,89 | 85 | 0,26 | 1/0 | 8 | 3P50A |
| 8,10 | Bodega "1" | 1470 | 735 | 735 | | 6,68 | 58 | 0,3 | 6 | 10 | 2P50A |
| 12,14 | Bodega "2" | 610 | 305 | | 305 | 2,77 | 67 | 0,22 | 6 | 10 | 2P50A |
| 13,15 | Alumbrado exterior | 780 | | 390 | 390 | 3,5 | 140 | 23,93 | 6 | 10 | 2P50A |
| 16 | Bomba edificio 1 | 1119 | 1119 | | | 8,81 | 50 | 0,67 | 10 | 12 | 1P20A |

| TABLERO "PRINCIPAL" I-LINE | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------|------|------|------------|--------------|--------|
| CTO | Tableros | WATTS TOTAL | WATTS FASE A | WATTS FASE B | WATTS FASE C | Amp | Long | %e | Cond. Fase | Cond. Tierra | ITM |
| 1,3,5 | UMA EDF.1 (15 TON) | 11190 | 3730 | 3730 | 3730 | 50,86 | 102 | 1,47 | 1/0 | 8 | 3P100A |
| 2,4,6 | UMA EDF.1 (15 TON) | 11190 | 3730 | 3730 | 3730 | 50,86 | 105 | 1,51 | 1/0 | 8 | 3P100A |
| 7,9,11 | UMA EDF.1 (15 TON) | 11190 | 3730 | 3730 | 3730 | 50,86 | 108 | 1,55 | 1/0 | 8 | 3P100A |
| 8,10,12 | UMA EDF.1 (15 TON) | 11190 | 3730 | 3730 | 3730 | 50,86 | 110 | 1,58 | 1/0 | 8 | 3P100A |
| 13,15,17 | UMA EDF.2 (15 TON) | 11190 | 3730 | 3730 | 3730 | 50,86 | 61 | 0,88 | 1/0 | 8 | 3P100A |
| 14,16,18 | UMA EDF.2 (15 TON) | 11190 | 3730 | 3730 | 3730 | 50,86 | 64 | 0,92 | 1/0 | 8 | 3P100A |
| 19,21,23 | UMA EDF.2 (15 TON) | 11190 | 3730 | 3730 | 3730 | 50,86 | 68 | 0,98 | 1/0 | 8 | 3P100A |
| 20,22,24 | UMA EDF.2 (6 TON) | 4476 | 1492 | 1492 | 1492 | 20,35 | 70 | 0,40 | 2 | 8 | 3P70A |
| 25,27,29 | UMA EDF.3 (15 TON) | 11190 | 3730 | 3730 | 3730 | 50,86 | 84 | 1,21 | 1/0 | 8 | 3P100A |
| 26,28,30 | UMA EDF.3 (15 TON) | 11190 | 3730 | 3730 | 3730 | 50,86 | 88 | 1,27 | 1/0 | 8 | 3P100A |
| 31,33,35 | UMA EDF.3 (15 TON) | 11190 | 3730 | 3730 | 3730 | 50,86 | 91 | | 1/0 | 8 | 3P100A |
| 32,34,36 | UMA EDF.3 (6 TON) | 4476 | 1492 | 1492 | 1492 | 20,35 | 94 | 0,54 | 2 | 8 | 3P70A |
| 37,39,41 | REGULADOS EDIFICIO 1 | 46800 | 15600 | 15600 | 15600 | 122,81 | 95 | 6,62 | 1/0 | 8 | 3P100A |
| 38,40,42 | REGULADOS EDIFICIO 2 | 29160 | 9720 | 9720 | 9720 | 76,52 | 72 | 3,12 | 1/0 | 8 | 3P100A |
| 43,45,47 | REGULADOS EDIFICIO 3 | 32760 | 10920 | 10920 | 10920 | 85,97 | 94 | 4,58 | 1/0 | 8 | 3P100A |
| 44,46,48 | TABLERO PRINCIPAL | 22945 | 7648 | 7648 | 7648 | 60,21 | 20 | 0,68 | 1/0 | 8 | 3P100A |
| | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | 0 | 252517 | 84172 | 84172 | 84172 | 662,68 | | 2,4 | | | 3P600A |