



# INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

---

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y  
ELÉCTRICA

UNIDAD PROFESIONAL “ADOLFO LÓPEZ MATEOS”  
ZACATENCO

**“PROPUESTA DE REINGENIERÍA TECNOLÓGICA EN EL  
SISTEMA ELÉCTRICO DE UN MERCADO PÚBLICO.”**

**TESIS**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO ELECTRICISTA**

**PRESENTAN:**

**CORDOVA MENDOZA ANIBAL BALDEMAR  
CRUZ GUERRERO RICARDO ALBERTO  
MORAN CRUZ DANIEL**

**ASESORES**

**M. EN C. SIDDHARTHA ESTRELLA GUTIÉRREZ  
ING. JOSÉ ROSAS CISNEROS**



CDMX, JUNIO 2019.



**Autorización de uso de obra**

**Instituto Politécnico Nacional**

**P r e s e n t e**

Bajo protesta de decir verdad los que suscriben **CORDOVA MENDOZA ANIBAL BALDEMAR, CRUZ GUERRERO RICARDO ALBERTO Y MORAN CRUZ DANIEL** manifestamos ser autores y titulares de los derechos morales y patrimoniales de la obra titulada **“PROPUESTA DE REINGENIERÍA TECNOLÓGICA EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE UN MERCADO PÚBLICO”**. en adelante **“La Tesis”** y de la cual se adjunta un impreso y un disco por lo que por medio del presente y con fundamento en el artículo 27 fracción II, inciso b) de la Ley Federal del Derecho de Autor, otorgamos a el **INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**, en adelante **“EI IPN”**, autorización no exclusiva para comunicar y exhibir públicamente total o parcialmente en medios digitales para efecto de su resguardo por parte de la biblioteca y que se pueda consultar en cualquier momento, para apoyar futuros trabajos relacionados con el tema de **“La Tesis”** por un periodo de **2 años** contado a partir de la fecha de la presente autorización, dicho periodo se renovará automáticamente en caso de no dar aviso expreso a **“EI IPN”** de su terminación.

En virtud de lo anterior, **“EI IPN”** deberá reconocer en todo momento nuestra calidad de autores de **“La Tesis”**.

Adicionalmente, y en nuestra calidad de autores y titulares de los derechos morales y patrimoniales de **“La Tesis”**, manifestamos que la misma es original y que la presente autorización no contraviene ninguna otorgada por los suscritos respecto de **“La Tesis”**, por lo que deslindamos de toda responsabilidad a **“EI IPN”** en caso de que el contenido de **“La Tesis”** o la autorización concedida afecte o viole derechos autorales, industriales, secretos industriales, convenios o contratos de confidencialidad o en general cualquier derecho de propiedad intelectual de terceros y asumimos las consecuencias legales y económicas de cualquier demanda o reclamación que puedan derivarse del caso.

Ciudad de México., a 8 de Noviembre del 2019.

**Atentamente**



**CORDOVA MENDOZA  
ANIBAL BALDEMAR**



**CRUZ GUERRERO  
RICARDO ALBERTO**



**MORAN CRUZ DANIEL**

## **Agradecimientos.**

Con este trabajo y este título quiero agradecer a todas las personas que alguna vez me ofrecieron su ayuda, con unas palabras de ánimo, o un poco de dinero para mi camión o mis materiales de laboratorios. Y por eso cada una de esas personas forman parte de este logro.

A mi familia que siempre me ha apoyado, con sus conocimientos y brindándome todas las facilidades para poder terminar la carrera. Desde mis tíos hasta mi abuelo, su ayuda en cada momento de mi educación siempre será invaluable y su fe en mí, es siempre una inspiración para seguir.

A mis amigos y compañeros por siempre estar para auxiliarme cuando algún tema era confuso. Por compartir ánimos y energías desde el primer semestre hasta el día de la graduación, esperando que nunca termine este compañerismo de ingenieros, de politécnicos, de egresados de ESIME. Y porque cada uno aportó a mi vida en el instituto: A Beato por alentarme a terminar en los nueve semestres, arrastrándome a semestres de 6 u 8 materias, pero siempre apoyándonos para salir adelante. Para Gerardo que desde la preparatoria me acompaña y que sin su insistencia y ánimos no hubiera entrado al IPN. A José ya que siempre tuvo la mejor actitud con los compañeros y siempre encontré una plática tranquila que rompía el estrés de las clases. Para Fernando porque compartíamos temas de plática cuando las clases se alargaban hasta las 10 p.m. y el camino era largo al metro. Para Esteban por ser el primer nuevo amigo en la universidad y que siempre con su humor peculiar, me lleno de ánimos y de muchas risas. A Salvador porque a pesar de ser de los últimos en unirse a mi grupo de amigos, ha demostrado ser leal y paciencia antes de las dudas que debería de conocer. Isaac mi primer compañero de caminatas cuando el profesor Baudelio (Q.E.P.D.) nos dejaba salir hasta las 10 y no alcanzábamos el trolebús. Por último y de manera especial, a mis compañeros de tesis con los que fue y será un placer trabajar, compartir frustraciones porque algo no funciona y reírnos cuando algo nos fallaba.

En otra parte especial, agradecer a todos los profesores que nos brindaron su experiencia y conocimiento, siempre me han demostrado la razón por la cual el IPN y la ESIME son las mejores. Pero hay un grupo especial a los cuales agradecer: primero para el ingeniero José Rosas Cisneros por adoptarnos a mí y mis compañeros de tesis cuando más lo necesitábamos. Al M. en C. Siddhartha que desde DPP nos acompaña en este trabajo y nos ayudó a que se terminara de la mejor manera. Al ingeniero Javier López Castro porque cada una de sus clases agigantó mi amor por la carrera, siempre preocupado por que aprendiéramos y que saliéramos lo mejor preparados. Al PhD Alfonso que sin ser un egresado de ESIME siempre mostró pasión y preocupación por que los estudiantes de eléctrica aprendieran y fuéramos los mejores.

Son tantas las palabras para agradecer, pero simplemente podría decir ¡Gloria al grandioso IPN!, ¡Gloria a la inigualable E.S.I.M.E.!

**Córdova Mendoza Aníbal Baldemar**

## **Agradecimientos**

Llegar al final de esta etapa de mi vida no fue sencillo. Esto es posible gracias al apoyo que mi familia me brinda en estos años de esfuerzo. No importa lo pobre que sea una persona, si tiene familia es la persona más rica. Y tengo la fortuna de contar con una familia que me apoya incondicionalmente. Gracias a mis tíos, mis tías, mi abuelo, mis primos, mi hermano y en especial a mis padres.

Mi padre Ricardo Cruz Pérez que siempre estará conmigo y estoy seguro que siempre cuida de mí.

Y mi incansable madre Leticia Guerrero Vázquez que todos estos años llenos de obstáculos, siempre nos ha sacado adelante.

Sin ti esto no hubiera sido posible.

Gracias por la herencia más valiosa que pude recibir.

Gracias a todos mis amigos y compañeros que me acompañaron en este extraordinario viaje que duro poco más de 5 años, pero quiero agradecer en especial a dos grandes amigos que la vida me dio: Alejandro Beato Mendoza y Aníbal Baldemar Córdova Mendoza.

**Ricardo Alberto Cruz Guerrero**

## **Dedicatorias y agradecimientos**

Este trabajo está dedicado y se agradece al Instituto Politécnico Nacional por instruirme y adoctrinarme en la Ingeniería Eléctrica la mejor profesión que pude elegir, a mi familia que día con día me inspiran y significan mucho para mí, a mis profesores y compañeros por todas y cada una de las enseñanzas a lo largo de mi trayectoria académica.

**-Elije la vida- Daniel Morán Cruz**

<b>Introducción</b>	1
<b>Descripción del problema</b>	2
<b>Objetivos</b>	2
<b>Justificación</b>	3
<b>Alcance</b>	3
<b>Capítulo 1. Aspectos generales de las instalaciones eléctricas comerciales</b>	4
1 Mercado publico	5
1.1 Reingeniería	7
1.1.1 Fallas comunes en las instalaciones eléctricas	9
1.1.2 Corto circuito	9
1.1.3 Sobrecarga	9
1.1.4 Falla a tierra	10
1.1.5 Choque eléctrico	10
1.2 Adaptación tecnológica	10
1.3 Métodos de cálculo de alumbrado	12
1.3.1 Flujo luminoso total	14
1.3.2 Dimensiones del local	14
1.3.3 Altura del plano de trabajo	14
1.3.4 Determinación del nivel de iluminación media	15
1.3.5 Identificación del tipo de lámpara que se va a utilizar	15
1.3.6 Identificación del tipo de luminaria que se va a utilizar	15
1.3.7 Determinación de la altura de suspensión de las luminarias	16
1.3.8 Obtención del coeficiente de utilización( $C_U$ )	16
1.3.9 Cálculo del índice del local (k)	16
1.3.10 Calculo de los coeficientes de reflexión	17
1.3.11 Determinación del coeficiente de mantenimiento ( $C_m$ )	17
1.3.12 Comprobación del nivel luminoso	18
1.3.13 Método de punto por punto	19
1.4 Clasificación del alumbrado general	20
1.4.1 Normatividad vigente(NOM-001-SEDE-2012)	21
<b>Capítulo 2. Panorama actual de la instalación eléctrica del mercado No.14</b>	24
2 El mercado 14 “Tepito”	25
2.1 Elementos del mercado publico	28
2.2 Consideraciones de la reingeniería	32
2.3 Consideraciones de la adaptación tecnológica	33
<b>Capítulo 3. Reingeniería y adaptación aplicadas a la instalación eléctrica del mercado</b>	39
3 Levantamiento de la instalación eléctrica	40
3.1 Levantamiento eléctrico	41
3.2 Carga instalada actualmente	44
3.3 Cuadros de carga	46
3.4 Calculo de los contactos	51
3.5 Calculo de luminarias para el mercado	52
3.6 Verificación del conductor de alimentación	54

3.7 Conductor que se utilizara en los tableros eléctricos del mercado	54
3.8 Factores de corrección por temperatura	57
3.9 Factor de ajuste para más de 3 conductores portadores de corriente en una canalización	58
3.10 Caída de tensión	58
3.11 Selección de canalizaciones que se utilizaran en el mercado publico	72
3.11.1 Longitudes de las canalizaciones	76
3.11.2 Memoria de cálculo de caída de tensión	78
3.12 Protección de transformadores	80
3.12.1 Fusibles de expulsión	80
3.12.2 Consideraciones de fusibles de expulsión	81
3.12.3 Fusibles limitadores de corriente	82
3.12.4 Criterios de selección de fusibles para protección del transformador	82
3.12.5 Coordinación de fusibles	83
3.13 Conductor de puesta a tierra	84
3.13.1 Objetivo de la puesta a tierra en un sistema eléctrico	85
3.13.2 Sistemas no puestos a tierra	85
3.13.3 Ventajas de los sistemas puestos a tierra	86
3.13.4 Objetivo de la puesta a tierra del equipo	86
3.13.5 Capacidad adecuada del conductor y protección para la puesta a tierra	87
3.13.6 Naturaleza de un electrodo de puesta a tierra	87
3.13.7 Como instalar un buen electrodo de puesta a tierra	88
3.13.8 Tratamiento del terreno	90
3.14 Método de medición de la resistencia a tierra de un electrodo de puesta a tierra	90
3.14.1 Método de 2 puntos o método directo	93
<b>Capítulo 4. Aspectos técnicos y económicos para la instalación eléctrica del mercado</b>	<b>95</b>
4.1 Presupuesto	96
4.2 Costo beneficio conductores y canalización	99
4.3 Presupuesto de luminarias para el mercado	102
4.4 Presupuesto general del proyecto	105
4.5 Tiempo de aplicación del proyecto	105
4.6 Costo beneficio general	105
<b>Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones</b>	<b>107</b>
5 Conclusiones y recomendaciones	108
<b>Referencias</b>	<b>110</b>
<b>Índice de tablas</b>	<b>112</b>
<b>Índice de figuras</b>	<b>114</b>
<b>Índice de fórmulas</b>	<b>116</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>118</b>

## **Introducción.**

La siguiente tesis es una premisa para el comercio en la ciudad de México que tiene como principal objetivo resaltar este ámbito/ambiente sin ensombrecer las buenas costumbres y tradiciones que los mercados en la ciudad de México han transmitido a lo largo de los años.

Esta tesis está dividida en cuatro capítulos orientados en el tema de los mercados públicos en la ciudad de México y en lo particular en el mercado 14 Tepito zona, llamados “Aspectos generales de las instalaciones eléctricas comerciales,” “panorama actual de la instalación eléctrica del mercado No 14”, “método de aplicación de la reingeniería a la red eléctrica del mercado”, “aspectos técnicos y económicos para la instalación eléctrica del mercado” y un apartado de conclusiones.

Para el capítulo 1 se definen dos conceptos aplicados en la tesis, así como la normatividad que se utilizó para la revisión de la red eléctrica, en el capítulo 2 se muestran los contrastes en el diagrama unifilar de la red eléctrica del mercado resaltando las principales deficiencias. Para el capítulo 3 con las deficiencias identificadas se establece el método de aplicación de la reingeniería en la distribución de la red eléctrica del mercado y para el capítulo 4 se realizaron cotizaciones de los diferentes materiales que se pueden utilizar en la red eléctrica del mercado resaltando aquellos que presentan las mejores características técnicas, además de un presupuesto general del proyecto.

Por último, se homogeniza todo lo anterior en las conclusiones donde se resalta lo más característico de los capítulos anteriores dando lugar a lo que esta tesis tiene como objetivo.

## **Descripción del problema**

Se tiene un mercado público ubicado en la zona norte de la Ciudad de México, con una instalación eléctrica que no cumple con los requisitos de seguridad o los parámetros aplicables acorde a las normas como las NOM-001-SEDE. El mercado apenas es funcional para los locatarios y administradores, si tomamos en cuenta la obsolescencia presente en la instalación eléctrica, presentando así, riesgos como fallas que van desde un falso contacto hasta un corto circuito o un incendio, y gastos extra como instalación extra de lámparas para poder laborar o uso de multicontactos para satisfacer las necesidades del local. En comparación con los parámetros de las nuevas instalaciones eléctricas mencionados en la NOM.

## **Objetivos**

Revisar la instalación eléctrica del mercado, elaborar diagrama unifilar e identificar ineficiencias en la instalación. Así como fallas ya sea en el fin de la vida útil de los elementos (en caso de apagadores y contactos, las placas que cierran el circuito ya no mantienen un contacto funcional o en caso de apagadores el fallo en el sistema de balancín) o fallas de tipo eléctrico como corto circuito, falsos contactos, conexiones que no están bien apretadas. O una distribución inadecuada de las cargas en la instalación eléctrica.

Aplicar la normatividad vigente correspondiente al nivel y tipo de demanda existente en el mercado.

Optimizar los recursos que se tienen para incrementar los beneficios del mercado, adecuar y/o proponer una adaptación tecnológica del mercado además incluir nuevas tecnologías, que implementadas, aumentan la eficiencia en el mercado.

## **Justificación**

El comercio nacional genera 15.46% del PIB (INEGI) por ende los mercados públicos se integran dentro de este porcentaje de tal manera que generan una parte de ese 15.46%, además de ser una fuente de empleo, 70 mil empleos directos y 210 mil indirectos. (Estimaciones de la Dirección General de Abasto, Comercio y Distribución). Por tanto es importante que este sector de la economía mexicana esté en condiciones óptimas de funcionamiento y se actualice de acuerdo a sus necesidades, las de los locatarios y para los compradores represente una instalación eléctrica segura.

## **Alcance**

Este trabajo identificara las deficiencias que existen en la instalación eléctrica del mercado público, principalmente en la distribución de cargas así como en el alumbrado, también se proponen medidas para el ahorro de la energía mediante el cambio de las luminarias por equipos de mayor eficiencia, implementación de elementos modernos que en conjunto ayuden a mejorar el servicio tanto a usuarios como a locatarios. Se identificarán los puntos de la instalación eléctrica que presenten alguna falla, ya sea del tipo eléctrico o mecánico, con lo cual evitan el óptimo funcionamiento de la instalación, eliminando o sustituyendo elementos poco eficientes, inseguros u obsoletos, ya sean luminarias, contactos o apagadores sustituyéndolos por equipos de acuerdo a las normas y demandas de los locatarios.

# **Capítulo 1. Aspectos generales de las instalaciones eléctricas comerciales**

## **1 Mercado publico**

Para fines de este trabajo se tendrá que definir y conceptualizar la palabra “mercado público” entonces veamos algunos conceptos diferentes y posteriormente se definirá una, la cual servirá como precedente a lo largo de este trabajo.

La real academia de la lengua cuenta con siete definiciones de mercado los cuales son:

- a)** Contratación pública en lugar destinado al efecto y en días señalados. Aquí hay mercado los martes.
- b)** Sitio público destinado permanentemente, o en días señalados, para vender, comprar o permutar bienes o servicios.
- c)** Concurrencia de gente en un mercado. El mercado se alborotó.
- d)** Conjunto de actividades realizadas libremente por los agentes económicos sin intervención del poder público
- e)** Conjunto de operaciones comerciales que afectan a un determinado sector de bienes.
- f)** Plaza o país de especial importancia o significado en un orden comercial cualquiera.
- g)** Conjunto de consumidores capaces de comprar un producto o un servicio. (Asociación de Academias de la Lengua Española, 2014)

Mientras que en la teoría económica se puede definir al mercado de diferentes maneras tales como:

En términos económicos generales el mercado designa aquel conjunto de personas y organizaciones que participan de alguna forma en la compra y venta de los bienes y servicios o en la utilización de los mismos. (Resico, 2012)

El mercado es la institución económica en la cual se produce el punto de encuentro entre las dos partes que intercambian un bien o servicio. (Gonzalez, 2002)

Desde la perspectiva del economista Gregory Mankiw, autor del libro “Principios de Economía”, un mercado es “un grupo de compradores y vendedores de un determinado bien o servicio. Los compradores determinan conjuntamente la demanda del producto, y los vendedores, la oferta” (Mankiw, 1998)

Además, en la ciudad de México existen reglamentos o estándares apegados únicamente a los mercados públicos existentes, las cuales en algunos casos dan a conocer la definición de mercado público por ejemplo

En "**Reglamento de Mercados para el Distrito Federal**", (Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 1 de junio de 1951) capítulo 1 artículo 3-I, Mercado público, el lugar o local, sea o no propiedad del Departamento del Distrito Federal, donde ocurra una diversidad de comerciantes y consumidores en libre competencia, cuya oferta y demanda se refieran principalmente a artículos de primera necesidad. (Secretaría de Desarrollo Económico, 1951)

Mientras que en la NOM-001-SEDE-2012 Norma Oficial Mexicana Instalaciones Eléctricas Utilización no se da a conocer como tal la definición pero marca lo siguiente en su artículo 518,518-1 Alcance "...cubre requisitos para todos los inmuebles o parte de ellos o estructuras diseñadas para reuniones de 100 o más personas con propósitos de deliberación, culto religioso, consumo de alimentos y bebidas, distracción "y en el artículo 518-2 incluye de manera enunciativa, mas no limita "...mercado...".

En la teoría económica también se pueden clasificar a los mercados un ejemplo es el siguiente:

### **Tipos de mercado**

Los mercados pueden clasificarse principalmente con base en las características de los compradores y con base en la naturaleza de los productos.

De acuerdo a las características de los compradores se tienen los dos tipos de mercados siguientes:

#### Los Mercados de Consumo

Son aquellos en los que se realizan transacciones de bienes y servicios que son adquiridos por las unidades finales de consumo. Estos mercados pueden dividirse en tres tipos principales:

- Mercados de productos de consumo inmediato. Son aquellos en los que la adquisición de productos por los compradores individuales o familiares se realiza con gran frecuencia, siendo generalmente consumidos al poco tiempo de su adquisición. Es el caso del pescado, de la carne, las bebidas, etc.
- Mercados de productos de consumo duradero. Son aquellos en los que los productos adquiridos por lo compradores individuales o familiares son utilizados a lo largo de diferentes períodos de tiempo hasta que pierden su utilidad o quedan anticuados, por ejemplo: los televisores, los muebles, los trajes, etc.
- Mercados de servicios. Están constituidos por aquellos mercados en los que los compradores individuales o familiares adquieren bienes intangibles para su satisfacción presente o futura, ejemplo: los servicios, la lavandería, enseñanza, sanidad, etc.

## Los Mercados industriales o institucionales

Son aquellos en los que se realizan transacciones de bienes y servicios empleados en la obtención de diferentes productos que son objeto de transacción posterior o que se adquieren para obtener un beneficio mediante su posterior reventa. En otros términos, los mercados industriales son aquellos que comprenden los productos y servicios que son comprados para servir a los objetivos de la organización (Resico, 2012).

Entonces para efectos de este trabajo el mercado público es “El inmueble diseñado para reuniones con propósitos de realizar actividades por los agentes económicos que participan de alguna forma en la compra y venta de artículos de primera necesidad o de consumo inmediato, donde los compradores determinan la demanda y los vendedores, la oferta.”

### 1.1 Reingeniería

A Michael Hammer se le atribuye la creación del término reingeniería y la define como el cambio fundamental para llegar a la base de los problemas de la organización; un cambio radical que debe ocurrir para poder obtener los mejores resultados que la reingeniería promueve por medio de la implementación de los procesos que harán a la organización más productiva, se pasa de una etapa de especialización a una de generalización, en la cual el servicio puede ser realizado por una sola persona. (Champi, 1994)

La reingeniería significa un cambio esencial en el modo de trabajar de un proceso, para lograr mejoras en cuanto a costo, calidad y servicio. Significa abandonar procesos establecidos y diseñar nuevos procesos en donde se presenten tres factores interdependientes (eumed.net Enciclopedia Virtual, 2018):

- Mayor preocupación por los clientes y la calidad
- Introducción de nuevas tecnologías
- Ventaja competitiva debido a la reducción de costos

La definición más aceptada actualmente es la siguiente "La Reingeniería es el replanteamiento fundamental y el rediseño radical de los procesos del negocio para lograr mejoras dramáticas dentro de medidas críticas y contemporáneas de desempeño, tales como costo, calidad, servicio y rapidez". (Champi, 1994)

En la definición anterior planteada por Hammer y Champy existen cuatro palabras claves: Fundamental, Radical, dramáticas y Procesos.

Estas palabras son claves debido a que (Champi, 1994):

- Una reingeniería buscará por qué se está realizando algo fundamental.
- Los cambios en el diseño deberán ser radicales (desde la raíz y no superficiales)

- Las mejoras esperadas deben ser dramáticas (no de unos pocos porcentajes)
- Los cambios se deben enfocarse únicamente sobre los procesos.

Se puede decir que una reingeniería es un cambio dramático en el proceso y que como efecto de esto se tendrá un rompimiento en la estructura y la cultura de trabajo. La base fundamental de la reingeniería es el servicio al cliente, a pesar del énfasis en esto, en general las empresas no logran la satisfacción del cliente y una de las razones es que los métodos y los procesos han dejado de ser inadecuados en tal grado que el reordenamiento no es suficiente, lo que se necesita es elaborar de nuevo la "ingeniería" del proceso.

El ritmo del cambio en la vida de los negocios se ha acelerado a tal punto que ya no pueden ir al paso las iniciativas capaces de alcanzar mejoras incrementales en rendimiento

Sucede que muchas veces se culpa a los empleados, a los encargados o la maquinaria cuando las cosas no marchan bien; cuando en realidad la culpa es de sistemas o protocolos obsoletos, los cuales ya no cumplen con las necesidades actuales. También es importante hacer notar que no es porque el proceso sea malo, sino que es malo en la actualidad debido a que el proceso fue diseñado para otras condiciones de mercado que se daban en el pasado.

La implantación de la reingeniería es un proceso que incluye tres fases (Rodríguez, 2018)

1. Definir objetivos y dividir proyectos en unidades manejables, es decir olvidarse de las metas grandiosas y concentrarse en avances pequeños pero permanentes, que al ser metas alcanzables pueden ser cuantificadas con facilidad.
2. Reformar a la administración intermedia para convencerla de la necesidad del cambio. Los acuerdos adoptados entre la dirección del mercado y los empleados de abajo fracasan muchas veces porque pasan por encima de los directores, jefes y subjefes, es decir toda aquella plana que arbitra y que realmente dirige lo que se pensó arriba.
3. Adoptar las tecnologías de información como una herramienta inherente a la empresa.

Algunos de los beneficios que se logran con la reingeniería son. (Champi, 1994)

- Cambio positivo a procesos más eficientes.
- Cambio a procesos que precisen menos controles y verificaciones.
- Integración de trabajos, varias tareas se combinan en una sola.
- Una mejor organización del trabajo.

### **1.1.1 Fallas comunes en instalaciones eléctricas**

Las instalaciones eléctricas pueden presentar múltiples fallas, estas pueden ser ocasionadas, ya sea, por falta de mantenimiento, error en los cálculos, mal dimensionamiento de los circuitos o por la misma antigüedad de la instalación. A continuación, se describen las fallas más comunes que se pueden presentar en una instalación eléctrica.

Si tomamos una instalación eléctrica como un proceso mediante el cual se suministra energía eléctrica, mediante el uso de conductores, canalizaciones, luminarias, apagadores, etc. Se puede aplicar una reingeniería identificando las fallas y mejorando el proceso ya existente

### **1.1.2 Corto circuito**

Un corto circuito es una falla que se presenta, en un dispositivo o instalación eléctrica, cuando dos conductores de distintas polaridades entran en contacto, ya sea accidental o por pérdida de aislamiento entre los dos. Esto hace que el circuito pierda también su resistencia, provocando un gran flujo repentino de corriente.

El gran paso de esta corriente aumenta la temperatura del conductor, lo cual puede provocar un incendio. Para esto los conductores deben contar con un aislante que tenga la capacidad de auto extinguirse en caso de que se presente una flama durante el corto circuito.

Para evitar que los cortos circuitos provoquen daños más grandes a una instalación, estas deben contar con elementos de protección como fusibles, los cuales cuentan con un filamento metálico, el cual, dependiendo de la capacidad se “fundirá” con el paso de una determinada corriente, impidiendo que el alto valor presente durante la falla dañe aparatos o al conductor. Por lo mismo las protecciones no deben estar sobredimensionadas con respecto a las demandas del circuito, esto podría provocar que el elemento de protección no actué en el momento y deje que la falla actué sobre los elementos. (Porto, 2017)

### **1.1.3 Sobrecarga**

Una sobre carga se presenta por el mal dimensionamiento o por la inclusión de más aparatos eléctricos que no se contemplaron en el diseño inicial de la instalación

eléctrica, esto provoca un valor de corriente mayor a la nominal (o la inicialmente contemplada por el ingeniero). (Tostado, 2008)

Esta falla provocara que las protecciones operen sin sentido o que el suministro sea interrumpido constantemente, debido a que la entrada de una carga provocara un valor de corriente superior al de la protección está operara como si se tratara de una falla, aunque solo se esté encendiendo algún aparato electrónico.

Este problema se evitará tomando en cuenta siempre el objetivo de la instalación y la capacidad para la que fue construida, y si en algún momento se plantea la expansión de dicha instalación, se debe asegurar que tanto los conductores como las protecciones pueden manejar el aumento en la carga sin la necesidad de ser remplazados.

#### **1.1.4 Falla a tierra**

En términos generales, podemos decir que la o las puestas a tierra de una instalación eléctrica deberán diseñarse y ejecutarse para satisfacer las prescripciones de seguridad, y los requerimientos funcionales de las instalaciones

Se pueden definir dos tipos de puesta tierra: la puesta a tierra de protección, cuyo objetivo es proteger a las personas o algún ser vivo contra los riesgos derivados de contactos con partes conductoras que, estando no sometidas normalmente a tensión, puedan estar sometidas a tensiones peligrosas como consecuencia de un defecto de aislamiento en las instalaciones. Y las puestas a tierra funcionales que tiene como fin asegurar el correcto funcionamiento del equipamiento eléctrico y permitir un correcto y confiable funcionamiento de la instalación.

#### **1.1.5 Choque eléctrico**

Un choque eléctrico ocurre cuando el cuerpo se convierte en parte del circuito eléctrico; la corriente entra al cuerpo por un punto y sale por otro. Por lo general, el choque eléctrico ocurre cuando una persona entra en contacto con: Ambos cables de un circuito activado.

### **1.2 Adaptación tecnológica**

De la mano con la reingeniería del mercado público se llevará a cabo un proceso de adaptación tecnológica, ya que ambas cosas irán de la mano, por un lado, la reingeniería plantea implementar las normas más actualizadas para el servicio brindado, mientras que la adaptación implementara los elementos más indicados (por su funcionamiento y ahorro de energía), para convertir la instalación en una eficiente, segura y lo más económica posible.

Para poder definir mejor el trabajo que engloba una *adaptación tecnológica*, definiremos los conceptos de cada una:

Adaptación del latín *adaptare* se definía como adaptar una cosa a otra. Mientras que para tiempos modernos está definido como la acción o efecto de adaptar o adaptarse, un verbo que hace referencia al ajuste de algo respecto a otra cosa. Dependiendo de la práctica posee diferentes acepciones según el ámbito donde se aplique, como puede ser, la adaptación de un objeto o un mecanismo cumpla con funciones distintas a lo original. (Porto J. P., 2012)

La construcción etimológica de la palabra tecnología viene del griego *téjne* (*técnica, arte, oficio*) y de *logos* (*estudio, tratado*). Un concepto moderno es donde se concibe como un producto de la ciencia y la ingeniería que envuelve un conjunto de métodos, instrumentos y técnicas que se encargan de la solución de un conflicto. Aplicado al tema de este proyecto se definiera como el conjunto de procedimientos o instrumentos que interfieren en la elaboración de un producto. (Significados.com, 2018)

Con ambos conceptos podemos aterrizar de forma concreta el proceso que se llevara a cabo con la adaptación.

La adaptación tecnológica sería la incorporación de elementos previos o de nuevos, con el fin de que sean más eficientes para las condiciones del sistema en el que se implementa. También podemos tener una definición aceptada, la cual es "la modificación de una solución tecnológica existente con el objeto de hacer esta más eficiente en el contexto de condiciones socio-económicas y técnicas" (Carbajal, 2013)

En este contexto podemos decir que el objetivo del proceso será el de modernizar los sistemas e instalaciones previas, tomando como base los principios de la reingeniería para obtener el máximo rendimiento, sin alterar de gran manera los métodos de trabajo de los locatarios, permitiendo una baja en los costos eliminando los elementos innecesarios sin demeritar la calidad del proceso ofrecido por la instalación eléctrica.

La iluminación es una parte fundamental en el acondicionamiento ergonómico de los puestos de trabajo. Si bien, el ser humano tiene una gran capacidad para adaptarse a las diferentes calidades lumínicas, una deficiencia en la misma puede producir un aumento de la fatiga visual, una reducción en el rendimiento, un incremento en los errores y en ocasiones incluso accidentes. Un adecuado análisis de las características que deben disponer los sistemas de iluminación, la adaptación a las tareas a realizar y las características individuales, son aspectos fundamentales que se deben considerar (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2015).

Tener una iluminación suficiente y apropiada en un área de trabajo es importante por diferentes razones. Una iluminación apropiada no solo nos ayuda a ver mejor mientras trabajamos, sino que también nos ayuda a prevenir problemas de salud, mejorar nuestra productividad y crear un mejor ambiente laboral en general (Payne, s.f.).

La distribución de las luminarias va a ser determinante para un reparto de luz adecuado en función de las características del uso que se realice del local o área. Una colocación errónea de las luminarias puede producir zonas con un nivel de iluminación elevado y zonas oscuras y, lo que puede resultar peor, una diferencia de luminancia elevada. En ocasiones, cuando, en fase de proyecto de un local, la luminaria o el tipo de ocupación no son parámetros que se contemplen, resultará imprescindible modificar espacialmente los puestos de trabajo para evitar reflejos y deslumbramientos fruto de una mala distribución de las luminarias. Se habla de alumbrado para referirse de forma general al conjunto de la distribución de las luminarias. El alumbrado general proporciona una iluminación uniforme sobre toda el área iluminada. Es un método de iluminación muy extendido. Se consigue distribuyendo las luminarias de forma regular por todo el techo del local. El alumbrado general localizado proporciona una distribución no uniforme de la luz de manera que esta se concentra sobre las áreas de trabajo. El resto del local, formado principalmente por las zonas de paso, se ilumina con una luz más tenue. Se consiguen así importantes ahorros energéticos puesto que la luz se concentra allá donde hace falta. Claro que esto presenta algunos inconvenientes respecto al alumbrado general. En primer lugar, si la diferencia de luminancias entre las zonas de trabajo y las de paso es muy grande, se puede producir deslumbramiento molesto. El otro inconveniente es la rigidez a la hora de colocar los puestos de trabajo. Se puede conseguir este alumbrado concentrando las luminarias sobre las zonas de trabajo (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2015).

Respecto al alumbrado general, se puede clasificar en función de la distribución espacial del flujo, de tal manera que la iluminación que se consigue es: directa, semi-directa, uniforme, semi-indirecta e indirecta.

### **1.3 Métodos de cálculo de alumbrado**

Los elementos básicos que forman parte de un sistema de iluminación son (sanz):

1. La fuente de luz o tipo de lámpara utilizada: Incandescente, fluorescente, led, etc.
2. La luminaria: Controla el flujo luminoso emitido por la fuente y, en su caso, evita o minimiza el deslumbramiento.
3. Los sistemas de control y regulación de la luminaria

Una buena iluminación puede llegar a conseguir que los lugares en que se vive y trabaja se conviertan en algo más que un simple, lugar de trabajo u ocio. Gracias a un buen diseño lumínico se pueden crear ambientes más que agradables, prácticamente ideales para el espacio, sin por ello nunca olvidar que las instalaciones luminicas sean energicamente sostenibles (Castilla Cabanes, Blanca gimenez, & Martinez Antón).

Los parametros que definen la calidad de una iluminación dependen de la finalidad de la misma (iglesias, teatros, sala de conciertos, aulas, museos, etc.) pero en todos casos han de responder a ciertas exigencias aplicadas a cada caso, como las siguientes (sanz):

1. Nivel de iluminación: Niveles de flujo luminoso requerido (lux) que inciden en una superficie.
2. Distribución de luminancias en el campo visual.
3. Nivel de deslumbramiento.
4. Modelado: Contraste de luces y sombras.
5. Color: Tonalidad de la luz y reproducción cromática.
6. Estética: selección del tipo de iluminación, de las lámparas y las luminarias.

Tomando en cuenta estos puntos se conseguirá un buen diseño del sistema de iluminación, siempre recordando que el espacio y el tipo de actividad delimitan la cantidad y calidad requerida de iluminación.

El método del lumen se puede simplificar en el siguiente orden:

1. *Calcular el flujo total luminoso requerido ( $\Phi_T$ )*
  - 1.1 Fijar los datos de entrada.
    - Dimensiones del local
    - Altura del plano de trabajo.
    - Nivel de iluminación media.
    - Elección del tipo de lámpara.
    - Elección del tipo de luminaria.
  - 1.2 Determinar el coeficiente de utilización ( $C_u$ )
  - 1.3 Determinar el coeficiente de mantenimiento ( $C_m$ ).
2. Establecer el número de luminarias.
3. Precisar el emplazamiento de las luminarias.
4. Comprobación de los cálculos.

De esta manera se podrá determinar de manera eficiente la distribución y flujo luminoso de las lámparas

### 1.3.1 Flujo luminoso total.

$$\phi_T = \frac{E_m * S}{C_U * C_m}$$

Fórmula 1 .- Calculo para el flujo luminosos total necesario.....[1]

Donde:

$E_m$ : nivel de iluminación medio.

$\phi_T$ : Flujo luminoso que un determinado local o zona (en lumenes).

S: Superficie a iluminar.

Este flujo luminoso se ve afectado por unos coeficientes de utilización ( $C_U$ ) y de mantenimiento ( $C_m$ ) que se definen a continuación.

$C_U$ : Coeficiente de utilización. Es la relación entre el flujo luminosos recibido por un cuerpo y el flujo emitido por la fuente luminosa.

$C_m$ : Coeficiente de mantenimiento. Es el coeficiente que indica el grado de conservación de la luminaria.

Con el valor de flujo necesario se debe obtener el número de luminarias con las que se complacera el nivel de iluminación necesario.

### 1.3.2 Dimensiones del local

Se deben de tomar en cuenta las dimensiones del cuarto, zona o local, ya que esto influye de manera directa en la cantidad de lamparas utilizadas para lograr el nivel de iluminación necesario.

Ya que aunque el método y su aplicacion cambian, la potencia y lumens necesarios varian si solo es una bodega o si se trata de una nave industrial. Aunque ambos ocupan un mismo tipo de luminarias y el método aplica igual la distribucion, número y potencia de las lamparas se podria ver afectada por este hecho.

### 1.3.3 Altura del plano de trabajo.

El plano de trabajo tambien depende de la actividad a realizar, se debe tener en cuenta a que altura o en que nivel es donde se debe de iluminar de manera mas especial, tomando como ejemplo, si se trata de un taller con tornos, la altura del plano de trabajo se debe de enfocar a la altura donde se trabaje la pieza o el material. Pero si se trata de un salon de costura, la altura del plano sera la altura correspondiente a la maquina de coser. Los calculos se forman a partir de una estimación como la de la figura 1.

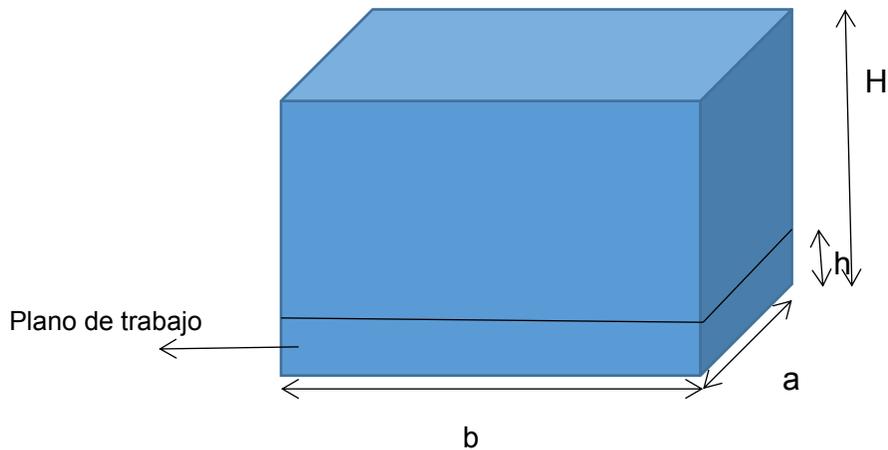


Figura 1.- Dimensiones necesarias para el cálculo de luminarias.

Donde:

b= Largo del local o zona (en metros).

a= Ancho del local o zona (en metros).

H= Altura del local o zona (en metros).

h= Altura del plano de trabajo (en metros).

#### **1.3.4 Determinación del nivel de iluminación media.**

Estos valores están dados por la NOM-025-STPS y se especifican en la tabla 1, dependiendo de lo delicado o riesgoso del trabajo el nivel medio de iluminación debe ser más alto, para nuestra aplicación lo tomaremos como "Áreas de circulación y pasillos", con valor de iluminación de 100 luxes.

Con esto tendremos el valor de referencia para saber si el nivel de iluminación cumple con lo establecido por la norma. Teniendo una tolerancia de  $\pm 50$  luxes para el diseño del proyecto de iluminación.

#### **1.3.5 Identificación del tipo de lámpara que se va a utilizar.**

Se implementarán lámparas fluorescentes, ya que estas están comprobadas para uso industrial, además de poder aprovechar las luminarias ya existentes en el mercado para reducir gastos.

#### **1.3.6 Identificación del tipo de luminaria que se va a utilizar.**

Se utilizarán modelos de luminarias similares a los ya existentes y solo para reponer las luminarias más dañadas, que ya no se puedan renovar.

### 1.3.7 Determinación de la altura de suspensión de las luminarias.

En un local “normal” lo más común es colocar las luminarias lo más cercano al plafón. Entonces no se tendría una medida especial y esta no tendría inconveniente en los cálculos de las luminarias.

Pero en caso de este mercado, debido a su arquitectura tipo nave, no mantiene un nivel de plafón continuo pero se tomará como altura de colocación para las luminarias la altura hasta donde se levantaron los muros del mercado con una altura de 3 mts, para la colocación de las luminarias.

### 1.3.8 Obtención del coeficiente de utilización (C<sub>u</sub>).

Este dato nos indica, la relación entre el número de lúmenes emitidos por la lámpara y los que llegan efectivamente al plano de trabajo, los fabricantes de las luminarias proporcionan para cada modelo unas tablas, que son las denominadas tablas de factor de utilización (Castilla Cabanes, Blanca Giménez, & Martínez Antón).

Los fabricantes de las luminarias proporcionan estas tablas para poder obtener el coeficiente de utilización.

### 1.3.9 Cálculo del índice del local (k).

El índice *k* se obtiene a partir de la geometría del espacio.

$$k = \frac{a * b}{h * (a + b)}$$

Fórmula 2. Iluminación directa.....[2]

$$k = \frac{3 * a * b}{2 * (h + h') * (a + b)}$$

Fórmula 3. Iluminación indirecta.....[3]

Donde:

k= Índice del local.

a= Ancho del local o zona en mts.

b=Largo del local o zona en mts.

h= Altura del plano de trabajo.

El uso de una u otra fórmula dependerá del tipo de luminaria a utilizar. Si se instala una iluminación directa será la primera fórmula, sin embargo si es una de iluminación indirecta se utilizará la 2ª fórmula.

### 1.3.10 Cálculo de los coeficientes de reflexión.

Hay que recordar que la reflexión depende del tipo de material o superficie en la que incide, por lo tanto, no es lo mismo que los acabados del espacio sean de un material o de otro, esto en referencia a la luz. Los coeficientes de reflexión del techo, paredes y suelo se encuentran tabulados para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabados (Castilla Cabanes, Blanca gimenez, & Martinez Antón).

Con está tabla y los valores del índice del local, se corrige el factor de utilización mediante la tabla proporcionada por el fabricante.

### 1.3.11 Determinación del coeficiente de mantenimiento (Cm)

Este coeficiente hace referencia a la influencia que tiene en el flujo que emiten las lamparas el grado de limpieza de la luminaria. Dependerá, por consiguiente, del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local (Castilla Cabanes, Blanca gimenez, & Martinez Antón).

Los cuales se pueden obtener mediante tablas o con una formula.

Para el calculo de los lumenes totales para la instalación. Con el valor total de flujo luminoso se puede calcular el valor total de luminarias, con la siguiente formula:

$$NL = \frac{\phi_T}{n * \phi_L}$$

Fórmula 4. Calculo de número de luminarias para el espacio..[4]

Donde:

NL: Número de luminarias

$\phi_T$ : Flujo luminosos requerido en la zona o local.

$\phi_L$ : Flijo luminosos de la lampara.

$n$ : Número de lamparas que tiene la luminaria.

Ya tenemos los valores de flujo y de número de lamparas, por lo cual lo unico que queda es colocar las luminarias para aprovechar al maximo cada una, por lo cual se emplearan dos formulas:

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{N_{total}}{b}} * a$$

Fórmula 5. Calculo para el número total de lamparas para el ancho del cuarto.....[5]

Donde:

$N_{\text{ancho}}$  = Número total de lamparas requerido para el ancho de la zona

$N_{\text{total}}$  = Número total de lamparas requerido en base a los lumenes.

$a$  = Ancho de la zona del local.

$b$  = Largo de la zona.

Para calcular las luminarias a lo largo primero se debe sacar el valor a lo ancho ya que este valor interfiere en la siguiente formula:

$$N_{\text{largo}} = N_{\text{ancho}} * \frac{b}{a}$$

Fórmula 6. Luminaria a lo largo .....[6]

Donde:

$N_{\text{largo}}$  = Número total de luminarias a lo largo del espacio.

$N_{\text{ancho}}$  = Número total de lamparas requerido para el ancho de la zona

$b$  = Largo de la zona.

$a$  = Ancho de la zona del local.

Con estos valores se puede dibujar la ubicacion concreta de las lamparas en un plano, recordando un punto importante, todas las lamparas en los extremos del espacio deben colocarse más cerca del muro para una correcta iluminación.

Las conclusión sobre la separación de las luminarias se puede resumir como sigue:

Tabla 1 Relación entre la altura del local y la distancia entre luminarias

Tipo de luminaria	Altura del local	Distancia máxima entre luminarias
Intensiva	> 10 m	$e \leq 1.2 h$
Extensiva	6 – 10 m	$e \leq 1.5 h$
Semi-extensiva	4 – 6 m	$e \leq 1.5 h$
Extensiva	$\leq 4 m$	$e \leq 1.6 h$

### 1.3.12 Comprobación del nivel luminoso

Para comprobar que los niveles de iluminación del area son los correctos se debe obtener la iluminacion media ( $E_m$ ), pero con con los valores obtenidos de los calculos, mediante la siguiente formula:

$$E_m = \frac{NL * n * \phi l * Cu * Cm}{S} \geq Etablas$$

Fórmula 7. Obtención de iluminación media.....[7]

Si el valor cumple con la condición se puede decir que el proyecto de iluminación cumple con lo requerido por normas y por el cliente para desempeñar la actividad.

### 1.3.13 Método punto por punto

Este método es utilizado para saber los valores de iluminación en un punto en concreto

Para este método se aplican 2 formulas, dependiendo en que punto del plano quieras comprobar los niveles de iluminación:

Para evaluar en un punto horizontal

$$E_m = \frac{I * \cos^3 \alpha}{H^2}$$

Fórmula 8. Para niveles de iluminadcion en un plano horizontal ... .. [8]

Para evaluar en un punto vertical:

$$E_v = \frac{I * \cos^2 \alpha * \text{sen} \alpha}{H^2}$$

Fórmula9. Para evaluar el nivel de iluminación en un plano vertical.....[9]

Para poder realizar este calculo se deben tener datos como la intensidad de flujo luminoso.

Es de especial importancia la curva fotometrica o curva de distribucion luminosa ya que estan nos indicaran la intensidad para el punto donde se evaluara el desempeño de la lámpara.

Para poder obtener el valor del angulo se aplica la siguiente formula:

$$\tan \alpha = \frac{d}{H}$$

Fórmula 10. Para determinar el angulo que abarcara.....[10]

Donde:

d= A la distancia entre el centro de la superficie y un extremo de esta.

H= Altura a la que se encuentra suspendida la luminaria.

## 1.4 Clasificación del alumbrado general

NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008

Esta norma oficial mexicana Establece los requerimientos de iluminación en las áreas de los centros de trabajo, para que se cuente Con la cantidad de iluminación requerida para cada Actividad visual, a fin de proveer un ambiente seguro y saludable en la realización de las tareas que desarrollen los trabajadores.

Tabla 2 Niveles indicados de iluminación en la norma.

Tarea visual del puesto de trabajo	Área de trabajo	Niveles mínimos de iluminación (Luxes)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimientos de vehículos	Exteriores generales: patios y estacionamientos	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos, cubiertos, iluminación de emergencia	50-200
Alta exactitud en la distinción de detalles, ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas	Procesos: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados	1000

Debido a las presentes condiciones del mercado se identificarán aquellas áreas del centro de trabajo y las tareas visuales asociadas a los puestos de trabajo, asimismo, identificar aquéllas donde exista una iluminación deficiente o exceso de iluminación que provoque deslumbramiento. Para lo anterior, se debe realizar un recorrido por todas las áreas del centro de trabajo donde los trabajadores realizan sus tareas visuales, y considerar, en su caso, los reportes de los trabajadores, así como recabar la información técnica (NOM-025-STPS-2008, 2008).

Para determinar las áreas y tareas visuales de los puestos de trabajo debe recabarse y registrarse la información del reconocimiento de las condiciones de iluminación de las áreas de trabajo, así como de las áreas donde exista una iluminación deficiente o se presente deslumbramiento y, posteriormente, conforme se modifiquen las características de las luminarias o las condiciones de iluminación del área de trabajo, con los datos siguientes (NOM-025-STPS-2008, 2008):

- a) Distribución de las áreas de trabajo, del sistema de iluminación (número y distribución de luminarias), de la maquinaria y del equipo de trabajo.
- b) Potencia de las lámparas.
- c) Descripción del área iluminada: colores y tipo de superficies del local o edificio.
- d) Descripción de las tareas visuales y de las áreas de trabajo.

Todo esto con el fin de rediseñar la iluminación presente en el mercado publico debido a las ineficiencias presentes actualmente. Se hará el estudio previamente dicho para poder hacer un análisis de las condiciones presentes en la iluminación del lugar, si el establecimiento actualmente no cuenta con la normatividad vigente, se realizar el rediseño de la instalación lumínica para que entre en normatividad y se encuentre regularizado por la norma oficial mexicana **NOM-025-STPS-2008**



FIGURA 2 Fotografía tomada del mercado publico

#### **1.4.1 Normatividad vigente (NOM-001-SEDE-2012)**

Para el presente proyecto se aplicarán las normas correspondientes a las incluidas en la NOM para instalaciones eléctricas de baja tensión. Tomando principalmente de está los capítulos 1, 2, 3 y 4. A partir del título 5, capítulo 1, en su artículo 100 el cual trata de generalidades y bases necesarias para un proyecto eléctrico de alta calidad. Este capítulo corresponde a los términos generales empleados. Para el artículo 110 se dan los puntos necesarios a cumplir y tomar cuenta, tipos de materiales utilizados, que estos cuenten con certificación de entidades reconocidas, respetar las condiciones mecánicas de dichos equipos o materiales, más detalles de aplicación de la instalación.

Para el capítulo 2 entramos en uno de los principales temas de este proyecto, se dedica a "Alumbrado y protección", En su artículo 200 se hablará sobre las puestas a tierra y todas las condiciones que debe cumplir en sus distintas condiciones, ya sea calibre, identificación, tipo de cable y su identificación en los elementos de la instalación.

En el artículo 210 se habla de los circuitos derivados, ya sean los comúnmente usados, como los utilizados para las luminarias o contactos de uso común (para televisores, tostadores, etc.), o circuitos especiales dedicados solo a una carga o función como lo son aire acondicionado, circuitos de menos de 50 volts, casas móviles, etc. Pero lo correspondiente a este trabajo se centrará en la iluminación y los motores instalados para servicios sanitarios. Por lo cual no se requiere de características especiales, cargas permitidas para los circuitos y como repartirlos, identificando los que llevan niveles de corriente más altos por si solos que un conjunto distinto.

En el artículo 215 trata la sección de alimentadores, acerca de generalidades que deben tomarse en cuenta para la selección de los alimentadores.

Es en el artículo 220 donde se combinan los circuitos derivados, alimentadores y acometidas, dividido en 5 partes, siendo estas: A) Generalidades, B) Cálculos de cargas de circuitos derivados, C) Cálculos de cargas de alimentadores y acometidas, D) Cálculos opcionales y E) Cálculos de cargas para instalaciones agrícolas, se ocuparan los puntos desde el (A) hasta el ( C ), también se provee una tabla donde se indica el nivel de alumbrado para distintas zonas (dado en VA/m<sup>2</sup>).

Artículo 240 el cual habla sobre protecciones contra sobre corriente, trata sobre la protección contra este tipo de fallas, enfocadas en los puntos A hasta G, correspondientes a circuitos de hasta 600 volts:

- A) Trata de generalidades de las protecciones.
- B) Para la ubicación de las mismas.
- C) Envoltentes o el lugar donde se instalará la protección.
- D) Desconexión y resguardo referido a las precauciones que se debe tener al abrir un circuito con carga.
- E) fusibles de tapón, portafusibles y adaptadores destacando que los fusibles de tapón han entrado en des uso.
- F) fusibles tipo cartucho y portabilidad.
- G) interruptores automáticos.

Artículo 250 "Puesta a tierra y unión", abarcando 6 subdivisiones desde la (a) hasta la (f), cada uno de los cuales se implementaran en el proyecto cadauno de estos puntos, referidos de la siguiente manera: a) sistemas, circuitos y equipos en los que se exige, se permite o no se permite que estén puestos a tierra, b) el conductor del circuito que debe ser puesto a tierra en circuitos puestos a tierra, c) ubicación de las conexiones de puestas a tierra, d) tipos y tamaños de los conductores de unión y de puesta a tierra y electrodos de puesta a tierra, e) métodos de puesta a tierra y unión, y f) condiciones bajo las cuales los protectores, la separación o el aislamiento eléctrico pueden ser sustituidos por la puesta a tierra (NOM-001-SEDE-2012, 2012).

Artículo 300 tratado de "Requisitos generales" con tres puntos principales como lo son: a) comprende los métodos de alambrado para todas las instalaciones de alambrado a menos que se modifique en otro artículo, b) partes integrales de los equipos sin tomar en cuentas la construcción interna de los equipos, c) designación métrica y tamaños comerciales de tuberías y canalizaciones de los equipos.

Artículo 310 tratado de "Conductores para alambrado general". Trata de los conductores y de sus denominadores de tipo, aislamiento, marcado, resistencia mecánica, ampacidad y usos. Estos no se aplican a los conductores que forman parte integral de los motores, controladores de motores y equipos similares, ni a los conductores tratados en otros puntos de la NOM.

Artículo 314 tratado de "Cajas, cajas de paso, y sus accesorios utilizados". Cubre la instalación y uso de todas las cajas utilizadas como cajas de salida de dispositivos, de paso y de empalmes, dependiendo de su utilización; así como de los registros. Las cajas fundidas, de lámina metálica, no metálicas y otras cajas tales como las FS, FD y cajas más grandes no clasificadas (NOM-001-SEDE-2012, 2012).

Artículos del 342 al 392 tratado sobre todo tipo de canalizaciones utilizadas en las instalaciones eléctricas.

Artículo 400 tratado sobre "Cables y cordones flexibles". Trata de los requisitos generales, las aplicaciones y de las especificaciones de construcción de los cordones flexibles.

Artículo 410 tratado sobre "Luminarias, portalámparas lámparas". Trata de las luminarias, luminarias portátiles, portalámparas, colgantes, lámparas de filamento incandescente, lámparas de arco, lámparas de descarga eléctrica, productos para alumbrado decorativo, accesorio de alumbrado para uso festivo, temporal o de acuerdo a las estaciones, productos para alumbrado flexible portátil, y del alambrado y equipos que forman parte de tales productos e instalaciones de alumbrado (NOM-001-SEDE-2012, 2012).

## **Capítulo 2. Panorama actual de la instalación eléctrica del mercado No. 14**

## 2 El Mercado 14 “Tepito”

Ubicado en Toltecas 24, Tepito, Morelos, 06200 Ciudad de México, en la Alcaldía Cuauhtémoc entre Matamoros y plaza Fray Bartolomé de las Casas (ver figura 3) e inaugurado el 14 de octubre de 1957, que solo ha sido modificada pero nunca se ha realizado un mantenimiento apropiado para la instalación eléctrica.

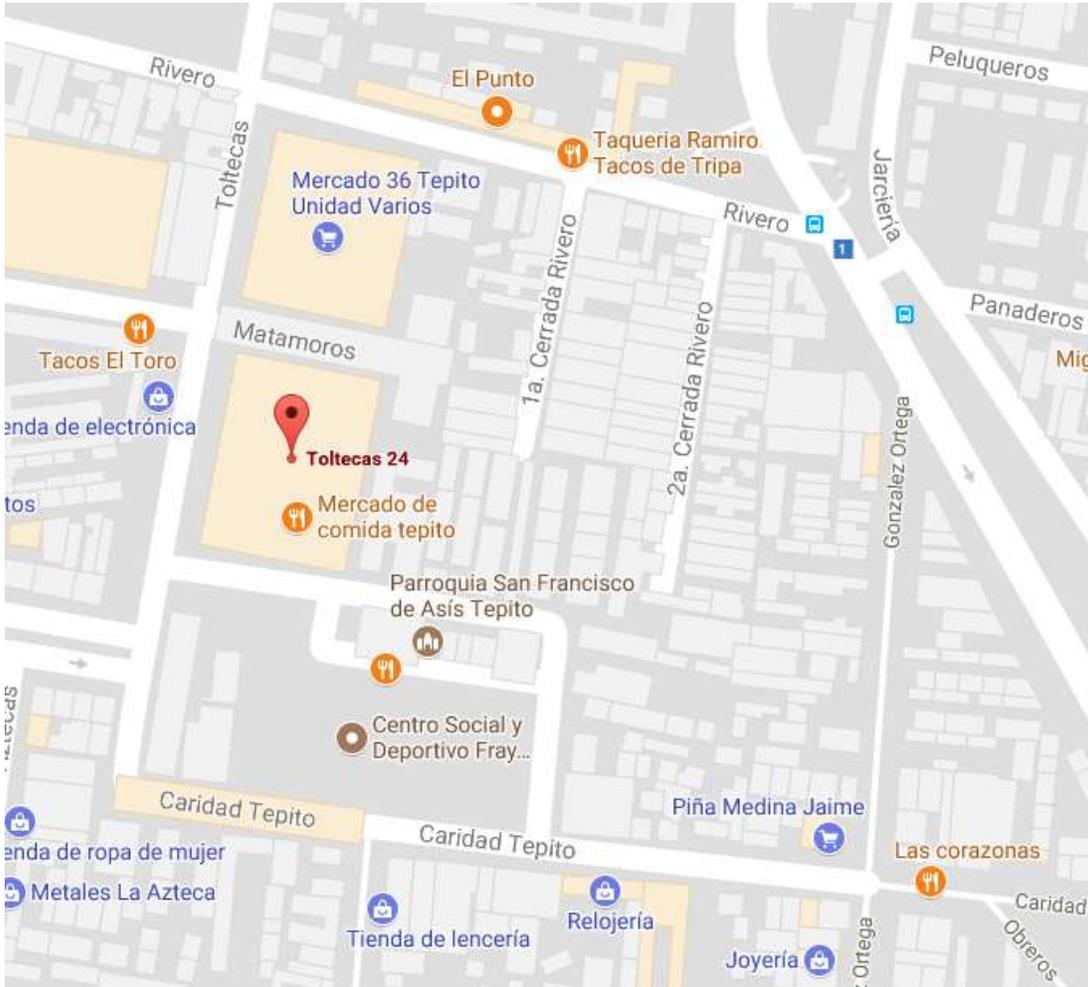


FIGURA 3 Localización vía Google maps del mercado<sup>10</sup>



FIGURA 4 Fotografía de la Placa de inauguración del mercado

Para describir la problemática que se desea resolver en este trabajo es importante tomar en cuenta algunos factores que sirven para comprender mejor la calidad que debe tener una instalación eléctrica eficiente. Todas las instalaciones eléctricas tienen implícito un riesgo y ante la imposibilidad de controlarlos todos en forma permanente, se debe realizar un análisis para disminuir todas las posibilidades de una falla eléctrica. El tratamiento preventivo a los riesgos eléctricos, obliga a saber identificar y valorar las situaciones irregulares, antes de que suceda algún incidente. Sin embargo, como todo sistema tecnológico, estos no siempre trabajan de forma continua. Ya estos se pueden ver involucrados a anomalías internas o externas.



FIGURA 5 Fotografía de las conexiones mal establecidas del mercado

El actual estado de la instalación eléctrica del mercado público no se encuentra en óptimas condiciones debido a la obsolescencia presente en los diferentes elementos que conforman la instalación, se puede observar el envejecimiento de las instalaciones eléctricas, ejemplificado en la figura 5, esto asociado con la antigüedad de la edificación, especialmente referido a la instalación eléctrica y que puede dar como resultado una falla eléctrica, es por eso y que tomando como base la NOM-001-SEDE se realizara una revisión y modificación de todos los elementos en la instalación eléctrica.



FIGURA 6 Fotografía tomada de algunas lámparas en el mercado

## 2.1 Elementos del Mercado Público

Entre los pasillos del mercado es común encontrarse lámparas fluorescentes colgantes que no están funcionando y que además no se sabe si se encuentran energizadas, como se ve en la figura 6 y en las siguientes también hay megáfonos que están obsoletos y que además posiblemente representa una carga en la instalación

Además, se encuentran este tipo de alambrado, en los cuales no están definidos los conductores y mucho menos se tiene una carga lo cual representa un peligro para los locatarios y una amenaza para la instalación, como claro ejemplo la figura 7, ya que en muchos rincones del mercado es común encontrar conductores no agrupados correctamente y no aislados, cómo se ve en las siguientes imágenes.



FIGURA 7 Conjunto de interruptores

Como se observa en la figura anterior los interruptores ya presentan un desgaste estético muy notorio. Por su colocación no están disponibles para poder acceder a ellos para limpieza o en caso de alguna falla (corto circuito). Esto provocaría que animales de pequeño tamaño pueden hacer nido o morir dentro del interruptor. Estos problemas serian más graves debido a la falta de tapas ciegas que sellen la caja, esto se puede ver claramente en la figura 8.



FIGURA 8 Pared con ausencia de interruptores.

Ciertas cajas de conexiones no cuentan con tapa, ya sea un módulo de tapa ciega o algún interruptor, siendo peligroso dejar los cables expuestos a las personas o a contactos que podrían causar fallas en la instalación.



FIGURA 9 Pared con ausencia de interruptores.

En esta caja o registro destinado para una luminaria, que se encuentra sin siquiera una tapa para evitar la entrada de basura o animales. Las puntas expuestas y mal aisladas pueden provocar descargas eléctricas si en algún momento fuera necesario trabajar ahí o una falla de fase a tierra.



FIGURA 10 Luminaria defectuosa.

Esta la luminaria instalada presente en la figura 10 ya no cumple su función, por falta de partes y principalmente del foco. La lámpara también da una mala imagen estética al mercado, por lo cual el cambio de estas y otras luminarias en estado similar, mejorarían la imagen y la visibilidad de los puestos, pasillos y en general crearían un mejor ambiente.



FIGURA 11 Conjunto de balastros, tuberías, cables y lámparas.

La mayoría de la instalación debido a “arreglos” se encuentra en una situación inferior en cuanto a seguridad, confiabilidad y cumpliendo con la vida útil determinado en normas. Como ejemplo se muestra la figura 11 se ve que se necesita canalizar los cables y encontrar un lugar adecuado para los balastros.

Tomando en cuenta los puntos mencionados anteriormente, se observa que en las condiciones actuales del mercado no cumple con las normativas vigentes, y aún más importante pone en riesgo a los usuarios, consumidores y cualquier persona contratada para laborar en dicha instalación. Este tipo de instalaciones tiene como vida útil 35 años tras lo cual deben ser revisadas, en los mejores casos las instalaciones continuaran en condiciones satisfactorias para el uso diseñado, necesitando solo de cierto mantenimiento como limpieza de conductores expuestos, pintado de tuberías (para su señalización), limpieza y remplazo de luminarias, apriete de tornillería, etc. Cubriendo estos puntos se puede alargar la vida de la instalación.

En el caso de la presente instalación a través de las imágenes se puede constatar que la mayoría de los elementos instalados sufren de fallas ya sean eléctricas o estéticas. Como sabemos una instalación debe cumplir con puntos esenciales entre ellos la seguridad, eficiencia, accesible y de bajo costo.

Al fallar en la mayoría de estos puntos la instalación llega al punto mínimo de rendimiento y seguridad, sin mencionar que al haber sido calculada se tomaron en cuentas normas ya obsoletas o que han sido renovadas a los nuevos requerimientos, provocando que en lugar de obtener el máximo rendimiento a bajo costo, se tenga un pobre rendimiento a un costo promedio.

Por lo cual se realizarán los cálculos necesarios para satisfacer las necesidades de los locatarios y volver la instalación en una segura, eficiente, accesible, con el menor costo de elementos y consumo.

## **2.2 Consideraciones de la reingeniería.**

El proceso de reingeniería busca primero cuál es el mejor camino para llegar al cliente y después busca optimizarlo. Se usan como puntos clave para la reingeniería los puntos siguientes:

- **Comprender las necesidades del cliente**

Muchas veces, las necesidades de los clientes parecen obvias, pero, en la mayoría de los casos no se comprenden en forma clara. Por ejemplo, la mayoría de las instituciones bancarias estudian de qué forma reducir el tiempo de espera en las filas. Se introducen entonces programas que premian la velocidad de atención y/o se instalan televisores para reducir en forma aparente el tiempo de cola (Lozano).

- **Determinar el nuevo papel del negocio en el mercado**

La dinámica de los mercados imprime mayores exigencias de adaptación y respuestas flexibles. El negocio debe rediseñarse de tal forma que permita obtener procesos robustos con mayor probabilidad de éxito. Si el proceso, está mal enfocado, todas las acciones emprendidas estarán, por definición, equivocadas. ¿Nuestro mercado tendrá posibilidades de competir en el futuro con la infraestructura de los supermercados transnacionales? ¿Qué podría hacer la administración para cambiar las reglas de juego, aunque éste fuera muy difícil? (Lozano)

- **Comprometerse con el cambio requerido**

La Administración debe estar comprometida realmente con el cambio requerido, de otra forma, se irá directo al fracaso, sea que se aplique reingeniería o cualquier otro tipo de herramienta.

- Rediseñar los procesos clave, no los subprocesos

Un proceso-clave o proceso principal es un conjunto de actividades que fluyen a lo largo de la organización y que une varias divisiones, Estos procesos-clave son parte vital de la estrategia del negocio y generan la capacidad de proporcionar productos o servicios a los clientes y, por lo tanto, impactan directamente en los resultados del negocio. En cambio, los subprocesos o procesos de apoyo están subordinados a un proceso-clave, que fluye por medio de cadenas cliente-proveedor. Estos subprocesos no son estratégicos y pueden darse dentro de una unidad de negocio, departamento y, en algunos casos, llegar a cruzar las fronteras funcionales de un área determinada. Por lo general, estos negocios no trascienden al mercado. Si el proyecto de reingeniería se ubica en un proceso clave, todas las áreas de la empresa se ven afectadas y participan en el rediseño. Esto impacta directamente en los resultados para el cliente. Cuando se rediseña solamente un subproceso, el resultado puede tener efectos neutros o negativos en un proceso-clave o en otros subprocesos y tener no tener ningún impacto con el cliente final o tener resultados indeseables para el mismo (Lozano).

Reingeniería no es una simple reestructuración o reorganización. Éstas se basan en la reducción de niveles jerárquicos y en la modificación de ciertas áreas de la empresa, pero aun cuando algunas de éstas desaparezcan y otras nuevas se formen, se siguen conservando las viejas estructuras fragmentadas. Reingeniería no es automatización. La tecnología informática juega un importante papel en el rediseño de procesos, pero no como un nuevo mecanismo para ejecutar un viejo proceso -en cuyo caso, se estaría sub-utilizando esta herramienta-. Reingeniería no es mejora continua. Esta filosofía se basa en mejorar día a día un proceso establecido aplicando una filosofía de Calidad Total que se transmite a toda la organización. La reingeniería no implica realizar mejoras marginales (Lozano).

### **2.3 Consideraciones de la adaptación tecnológica**

El mercado en cuestión fue inaugurado en 1957 lo cual supone alrededor de 50 años de trabajo para la instalación eléctrica, cuenta con elementos que por tiempo y vida útil necesitan ser cambiados, por elementos más modernos que cumplan con las nuevas especificaciones de seguridad, en otros casos para optimizar el funcionamiento, o por obsolescencia para conseguir repuestos si se llega a presentar una avería. En caso general los elementos más modernos presentan de manera conjunta una disminución en el consumo de energía. Dentro de estos puntos, los primeros elementos de la instalación que deben de cambiarse serán los contactos y apagadores. Muchos de ellos ya cumplieron con su vida útil, recordando que tanto apagadores como contactos pierden características mecánicas a través del tiempo, en el caso de los apagadores pueden tener una vida de 40,000 maniobras (aplicable para la mayoría de los modelos económicos de apagadores normalmente instalados en estos mercados).



FIGURA 12 Apagador generalmente utilizado

En este lapso de 50 años es, casi con absoluta seguridad, que los apagadores instalados han cumplido ya con su vida útil, otro punto en contra de ellos, es que al ser la línea más económica tienden a ser mas fragiles por lo que se examinara en que puntos se requiere de interruptores más especiales y en cuales la línea base es suficiente. La otra gran parte de elementos presentes son los contactos, los cuales con el paso del tiempo dejan de ejercer un sólido contacto con las clavijas provocando desde un simple calentamiento hasta corto circuitos. Además de que la mayoría de ellos no cuentan con la terminal de tierra que incorporan la mayoría de las clavijas modernas, por lo cual las personas en la mayoría de los casos, debido muchas veces a la falta de conocimiento, optan por cortarle esta terminal de la clavija, con lo cual los aparatos eléctricos ponen en riesgo de descarga a los usuarios y a la propia máquina.



FIGURA 13 Contacto sencillo sin conexión a tierra. (SANVER)

Por lo tanto, es muy recomendable que estos contactos se cambien tanto por las fallas mecánicas que puedan presentar, como por ser insuficientes para la demanda o el uso que se les da. En muchos casos el mayor requisito será que los contactos cuenten con la terminal de puesta a tierra para protección, pero en otros casos ciertos equipos (de refrigeración y motores), necesitan contactos más robustos que no sufran ante la demanda de este tipo de máquinas.



FIGURA 14 Contacto polarizado con terminal de tierra.

El último de los elementos mayoritarios presentes en esta instalación son las lámparas, este es el apartado menos preocupante ya que a pesar de contar con lámparas en proceso de discontinuación, son lámparas que funcionarían bien por varios años. Pero se debe tener en cuenta que en cuanto presenten fallas podría

ser necesario su cambio total, por lo cual en este proyecto se contemplara el cambio a lámparas que cuenten con una vida mucho más larga y que en caso de algún accidente, falla o destrucción de ellas sean fácilmente reemplazadas. La parte más preocupante de las luminarias actualmente instaladas son los balastos que requieren. Las luminarias más modernas consumen lo mismo, en muchos de los casos, son menos robustas y sus balastos son *electrónicos*.

Otro punto, es la seguridad que brindan las nuevas bases (contactos) brindan una mejor estabilidad y contacto a las lámparas, ya que los antiguos modelos después de cierto tiempo, y debido al uso de resortes como método de ajuste, las lámparas colgaban y esto provocaba que fueran muy fácil tirarlas de sus bases, o en ciertos casos, teniendo que girarlas y encontrar un punto bueno donde la lámpara prendiera sin centellar, teniendo en cuenta que las lámparas y el lugar (el mercado), no son asequibles para estar manipulando continuamente las lámparas. Las nuevas bases cuentan con un mecanismo de medio giro, que asegura el contacto y fija firmemente la lámpara a la base, evitando falsos contactos o que la lámpara se presente débil ante algún esfuerzo mecánico.

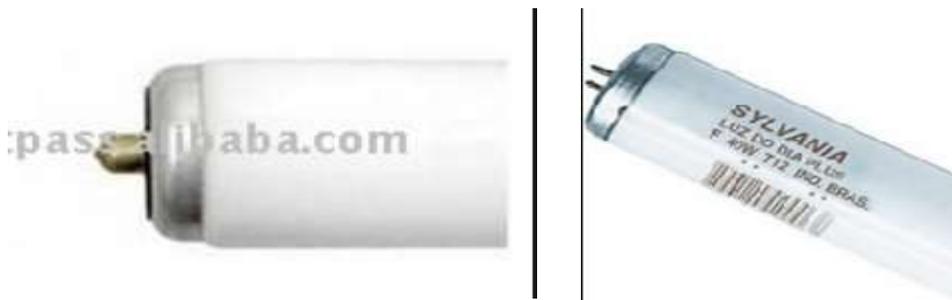


FIGURA 15 Base G1313 y base 14

No se tomara en cuenta lámparas con tecnología LED, debido a que al ser zonas de mucho tránsito se necesita una iluminación adecuada y las luminarias LED, aun no cumplen de manera satisfactoria con la iluminación, otro punto en contra es que las lámparas LED provocan deslumbramiento a las personas, por lo cual podría ser molesto para las personas que compran en el mercado.

Aunque las lámparas LED ofrezcan un bajo consumo de energía de 10-18 W, contra los 32 W (MEGAKONS) de los modelos comúnmente utilizados.

Tabla 3 Comparativa entre lámparas.

Lámpara	Costo	Vida Útil	Consumo	Tipo de Luz
T8-LED120/18W/65 (tecnolite, s.f.) Marca TECNOLITE	MXN \$116. <sup>00</sup>	35 000 h	18 W	Luz de día
T5D120-LED/20W/40 Marca TECNOLITE (tecnolite, s.f.)	MXN \$486. <sup>00</sup>	25 000 h	20 W	Blanco frio
TL 80 32W Base G13 Marca PHILIPS (The Home Depot, s.f.)	MXN \$75. <sup>00</sup>	24 000 h	32 W	Luz de día
T8 17W Base G13 Marca PHILIPS (The Home Depot, s.f.)	MXN \$49. <sup>00</sup>	24 000 h	17 W	Luz fría

Como se puede ver en la tabla las lámparas LED tienen prácticamente la misma vida útil, por el lado del consumo, el led aun en su presentación más grande no consume tanta energía eléctrica como las fluorescentes, aunque como se observa en la tabla los valores son apenas de 10 W, lo cual en términos de consumo no es demasiado. La mayor desventaja de las lámparas LED es el precio, ya que, mientras la más comercial de las fluorescentes de 32 W apenas alcanza los \$75.<sup>00</sup> (setenta y cinco pesos, 00 C moneda nacional), la lámpara Led de 20 W (la más próxima a los 32 w de la fluorescente), tiene un costo de \$486.<sup>00</sup> (cuatrocientos ochenta y seis pesos 00C, moneda nacional), siendo 4 veces más caro que las luminarias fluorescentes.

El uso normal de luces led no produce calentamiento en el ojo humano. Por supuesto nos referimos a leds adecuados para iluminación, no a láseres led. Sí es cierto que las lámparas led alcanzan intensidades ya muy superiores a las tecnologías de iluminación tradicionales y un nivel de intensidad elevado puede provocar deslumbramiento. Es importante tener en cuenta que debemos evitar que las luces led alcancen de forma directa nuestros ojos, sobre todo las de gran intensidad. Unas sencillas normas de ergonomía visual que contemplen la instalación de luces indirectas evitan los deslumbramientos.

En cuanto al parpadeo, todas las fuentes de luz artificial pueden presentar algún parpadeo pese a que el ojo humano no sea capaz de detectarlo. En función de la frecuencia a que se produzca el efecto, podría ser perjudicial para la salud. Según algunos estudios, si se produce a frecuencias entre 3-70 Hz existe riesgo de ataques epilépticos y hasta 165 Hz pueden aparecer molestias en la visión, como dolor de cabeza, mareos.

Las luces led se alimentan con corriente continua que les proporciona algún tipo de driver, transformador o balastro electrónico y éste debe funcionar de forma correcta para emitir una luz estable. Las bombillas led de calidad están diseñadas para no genera parpadeos por debajo de los 200 Hz. En el caso de luminarias led regulables, éstas han de permitir la regulación por encima de estos mismos 200 Hz. Comprar luminarias led fabricadas con materiales de calidad es una garantía para evitar parpadeos.

## **Capítulo 3. Reingeniería y adaptación aplicadas a la instalación eléctrica del mercado**

### 3. Levantamiento de la instalación eléctrica

Con base en lo anterior es necesario llevar a cabo la reingeniería, esto con el fin de que al rehacer la instalación eléctrica y al mismo tiempo una adaptación tecnológica. Por ende y después de revisar el mercado se determinó que tanto la distribución de los circuitos derivados como el orden y protección de los 507 locales no se aplican a la norma vigente.

Tomando como referencia un diagrama unifilar simple (como el que se muestra a continuación) la parte que nos interesa es después de las protecciones secundarias o tableros de distribución.

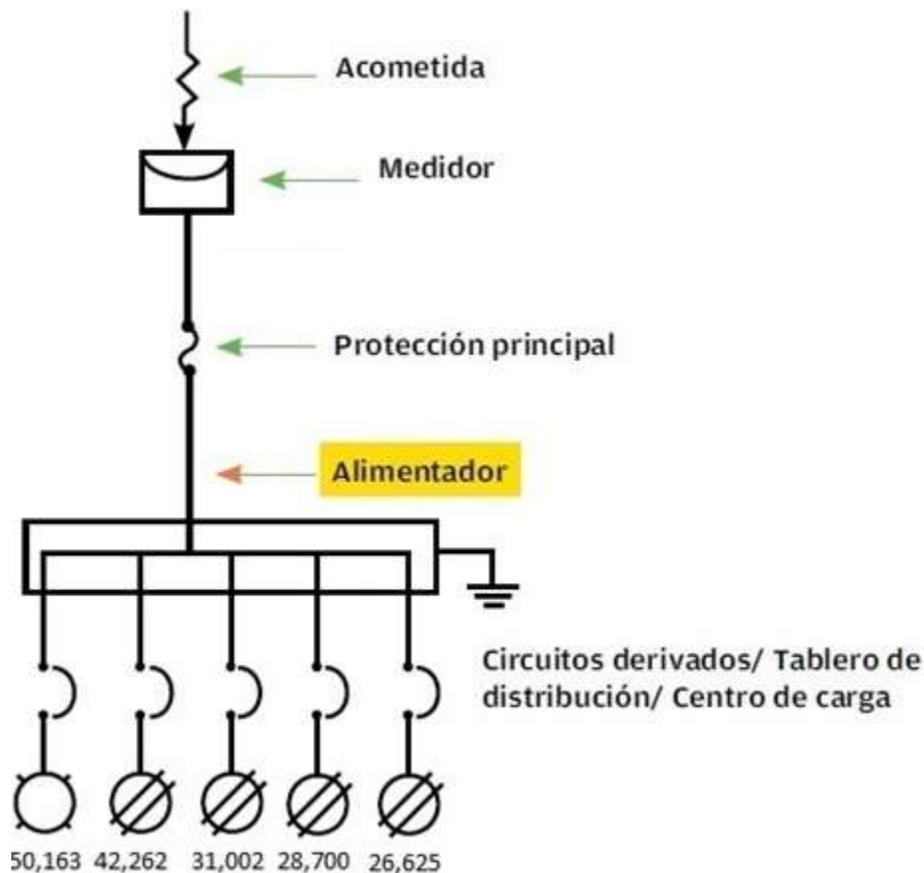


FIGURA 16 Diagrama unifilar de acometida.

La decisión de llevar a cabo la reingeniería, tomando en cuenta los parámetros actuales escritos en la norma, enfocando el trabajo en la distribución y utilización se tomó después de revisar la acometida hasta los tableros, es decir esta parte de la instalación se encuentra en buenas condiciones, mientras que los tableros de distribución no están definidos los circuitos derivados por ende las protecciones no son las adecuadas además los conductores no están canalizados correctamente.

### **3.1 Levantamiento eléctrico**

Se realizó un levantamiento eléctrico de la instalación del mercado público, esto para saber en qué estado se encontraba la instalación y así poder determinar cuáles puntos son esenciales corregir y mejorar en la instalación eléctrica.

El levantamiento eléctrico se comenzó realizando una inspección visual de la instalación el cual se puede apreciar en las fotografías que se tomaron y que se muestra en este trabajo.

El siguiente paso que se debe realizar es el levantamiento arquitectónico del espacio que se tiene para realizar el proyecto. Es decir, se debe realizar un plano del mercado público en el cual se puedan apreciar todas las zonas del inmueble, como son: pasillos, locales, cualquier espacio el cual requiera instalación eléctrica. El plano se debe realizar con la mayor exactitud posible, ya que es lo que se usará para determinar longitudes importantes, como puede ser el largo de los conductores que se utilizara para alimentar los circuitos derivados de los tableros eléctricos que se tienen en el mercado.

Es importante tener en cuenta que si se tiene un plano arquitectónico se debe actualizar con cualquier modificación que se halla hecho en el mercado público como puede ser: actualización de longitudes de las diferentes áreas del mercado y modificaciones importantes que se haya realizado en el mercado.

En el caso de este proyecto se pudo obtener el plano arquitectónico del mercado público, desafortunadamente no había plano eléctrico con el cual se pudiera utilizar para poder realizar este proyecto.

Se actualizaron las áreas del mercado que se modificaron con el paso del tiempo, esto con el fin de tener el plano arquitectónico actualizado y poder empezar a trabajar con él.

El levantamiento eléctrico se inició localizando los circuitos derivados de los 5 tableros eléctricos que tiene como alimentación eléctrica el mercado público, e igualmente se localizó las luminarias del mercado publico el cual a simple vista es deficiente.

Se elaboró los cuadros de cargas que se obtuvieron en la desconexión eléctrica que se realizó durante 3 semanas para poder determinar las trayectorias y la carga eléctrica que se tienen en los circuitos derivados.

Se realizó un diagrama unifilar de los tableros eléctricos con la carga eléctrica que se obtuvo del levantamiento eléctrico.



FIGURA 17 Fotografía de los tableros instalados en el mercado



FIGURA 18 Tablero 3 (de izquierda a derecha) con configuración correspondiente



FIGURA 19 Medidor, interruptor principal y primer tablero de distribución.

Las imágenes anteriores corresponden a la primera parte del diagrama unifilar anteriormente citado.

### **3.2 Carga instalada actualmente**

Las estadísticas siempre muestran un aumento en la demanda en cuestión de instalaciones eléctricas por eso es determinante clasificar y evaluar cuanta carga instalada hay en el mercado y con base a eso establecer los circuitos derivados correspondientes y de esa manera tener una instalación eléctrica adecuada para el mejoramiento eventual de los locales.

De acuerdo al “Catálogo de giros para el desarrollo de actividades comerciales en mercados públicos de la ciudad de México” hay 108 giros establecidos, pero para fines de este trabajo se clasificarán en ocho categorías y con base a eso elaborar un estándar para la carga en todo el mercado y en cada local

Tabla 4 Relación de comercios.

Categoría	Definición
1	Abarrotes y cremería
2	Alimentos no cocinados y bebidas
3	Alimentos cocinados
4	Productos a granel
5	Carnes
6	Enseres y materias primas
7	Frutas verduras y legumbres
8	Productos varios

Las clasificaciones quedaron de la siguiente manera

Tabla 5 Total de comercios instalados.

categoria	1	2	3	4	5	6	7	8	N/A
locales	Abarrotes y cremería	Alimentos y bebidas no cocinados	Alimentos cocinados	Productos a granel	Carne	Enceres y materias primas	Productos varios	Frutas, verduras y legumbres	N/A
1-100	22	6	4	4	15	9	40	0	
101-200	3	17	27	1	12	1	30	9	
201-300	2	7	20	6	0	3	29	33	
301-400	0	20	13	12	1	2	34	18	
401-507	2	9	7	8	0	1	66	5	9
totales	29	59	71	31	28	16	199	65	9

Con base en la tabla anterior se tomarán las muestras debidas de cada categoría y posteriormente se considerará los siguientes puntos:

1. cuantos contactos/enchufes tienen o debe de haber en cada local.
2. Iluminación especial y/o particular.
3. seguridad de distribución en la red eléctrica.

### 3.3 Cuadro de cargas del mercado

CTO.	WATTS TOTALES	WATTS X FASES			I.P.C	VOLTAJE	CONDUCTOR AWG	PROT.
		A	B	C				
1	1,028	1,028			8.90	127V	1-12, 1-8	1P-30A
2	1,714	1,714			14.90	127V	2-10	1P-30A
3	1,943		1,943		16.90	127V	1-12, 1-5	1P-30A
4	1,028		1,028		8.90	127V	1-10	1P-30A
5	1,714			1,714	14.90	127V	2-8	1P-30A
6	2,057			2,057	17.90	127V	2-10	1P-30A
7	2,057	2,057			17.90	127V	2-8	1P-30A
8	1,943	1,943			16.90	127V	2-8	1P-30A
9	1,828		1,828		15.90	127V	2-8	1P-30A
10	1,714		1,714		14.90	127V	2-8	1P-30A
11	2,171			2,171	18.90	127V	2-8	1P-30A
12	1,943			1,943	16.90	127V	2-8	1P-30A
13	1,714	1,714			14.90	127V	1-8	1P-30A
14	2,057	2,057			17.90	127V	2-8	1P-30A
15	1,143		1,143		10.00	127V	1-12	1P-30A
16	1,943		1,943		16.90	127V	1-8	1P-30A
17	2,057			2,057	17.90	127V	1-8	1P-30A
18	1,028			1,028	8.90	127V	1-8	1P-30A
19	1,828	1,828			15.90	127V	1-8	1P-30A
20	1,028	1,028			8.90	127V	1-10	1P-40A
21	1,257		1,257		10.90	127V	1-12	1P-30A
22	1,714		1,714		14.90	127V	1-12	1P-20A
23,25								
24	2,057			2,057	17.90	127V	1-12	1P-20A
26,28								
27	1,028		1,028		8.90	127V	1-12	1P-30A
29	1,485			1,485	12.90	127V	1-12	1P-30A
30,32								
31,33								
34,36								
35	2,857			2,857	24.90	127V	1-6	1P-50A
37,41								
38	1,028	1,028			8.90	127V	1-6	1P-40A
39	2,971		2,971		25.90	127V	1-6	1P-40A
40	1,828		1,828		15.90	127V	1-6	1P-30A
42								
TOTAL	50,163	14,397	18,397	17,369				

FIGURA 20 Tablero 1 carga actual

OBRA: MERCADO TEPITO UBICACIÓN: TABLEO No.2	TABLERO DE DISTRIBUCION, MARCA SQUARE´D, 42 CIRCUITOS 3 FASES, 4 HILOS, 225AMPS.							
CTO.	WATTS TOTALES	WATTS X FASES			I.P.C	VOLTAJE	CONDUCTOR AWG	PROT.
		A	B	C				
1,3,5	10,338	3,658	3,410	3,270	30.10	127V	3-5	3P-60A
2,4,6	3,940	1,340	1,340	1,260	11.40	127V	3-6	3P-60A
7,9,11	7,670	2,620	2,570	2,480	22.30	127V	1-5, 2-8	3P-60A
8,10,12	3,360	1,670	1,690		9.79	127V	2-8	3P-60A
13,15,17	2,750	1,300	1,450		13.80	127V	1-5, 1-6	3P-60A
14	1,028	1,028			8.90	127V	1-6	1P-30A
16,18,20	4,635	980	1,715	1,940	13.50	127V	3-6	3P-60A
19,21,23	1,790	830		960	9.00	127V	2-8	3P-60A
22	1,600		1,600		13.90	127V	1-8	1P-40A
25	1,143	1,143			10.00	127V	1-10	1P-30A
24								
26	1,028	1,028			8.90	127V	1-6	1P-40A
28								
30	2,980			2,980	26.00	127V	1-10	1P-40A
27,29								
31,33								
35,37								
39,41								
32,34								
36,38								
40								
42								
TOTAL	42,262	15,597	13,775	12,890				

FIGURA 21 Tablero 2 carga actual

OBRA: MERCADO TEPITO UBICACIÓN: TABLEO No.3		TABLERO DE DISTRIBUCION, MARCA SQUARE'D, 42 CIRCUITOS 3 FASES, 4 HILOS, 225AMPS.						
CTO.	WATTS TOTALES	WATTS X FASES			I.P.C	VOLTAJE	CONDUCTOR AWG	PROT.
		A	B	C				
1	1,028	1,028			8.9	127V	1-12	1P-30A
2	1,143	1,143			10	127V	1-12	1P-30A
3	1,600		1,600		13.9	127V	1-12	1P-30A
4	600		600		5.2	127V	1-12	1P-30A
5	400			400	3.4	127V	1-12	1P-30A
6								
7	200	200			1.7	127V	1-12	1P-30A
8	500	500			4.3	127V	2-12	1P-30A
9	1,100		1,100		9.6	127V	1-12	1P-30A
10	900		900		7.8	127V	1-6	1P-30A
11	1,600			1,600	13.9	127V	1-12	1P-30A
12	1,300			1,300	11.3	127V	1-6	1P-30A
13	450	450			3.9	127V	1-10	1P-30A
14	980	980			8.5	127V	1-6	1P-40A
15	1,400		1,400		12.2	127V	1-6	1P-30A
16	600		600		5.2	127V	1-6	1P-40A
17	1,200			1,200	10.4	127V	1-6	1P-30A
18	1,030			1,030	9	127V	1-6	1P-30A
19	1,714	1,714			14.9	127V	1-6	1P-30A
20	1,143	1,143			10	127V	1-6	1P-30A
21	900		900		7.8	127V	1-12	1P-30A
22	1,400		1,400		12.2	127V	1-12	1P-30A
23								
24	2,100			2,100	18.3	127V	1-6	1P-40A
25	3,200	3,200			27.9	127V	1-6	1P-40A
26	1,600	1,600			13.9	127V	1-6	1P-30A
27	700		700		6.1	127V	2-10	1P-30A
28	500		500		4.3	127V	1-12	1P-30A
29								
30	1,714			1,714	14.9	127V	1-6	1P-40A
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
TOTAL	31,002	11,958	9,700	9,344				

FIGURA 22 Tablero 3 carga actual

OBRA: MERCADO TEPITO UBICACIÓN: TABLEO No.4		TABLERO DE DISTRIBUCION, MARCA SQUARE'D, 42 CIRCUITOS 3 FASES, 4 HILOS, 225AMPS.						
CTO.	WATTS TOTALES	WATTS X FASES			I.P.C	VOLTAJE	CONDUCTOR AWG	PROT.
		A	B	C				
1,2								
3	900		900		7.80	127V	1-6	1P-30A
4	2,300		2,300		20.10			1P-40A
6,8,10						127V	1-6	
5	1,000			1,000	8.70	127V	1-6	1P-50A
7	900	900			7.80	127V	1-6	1P-40A
9	600		600		5.20	127V	1-6	1P-40A
11	3,400			3,400	29.70	127V	1-6	1P-40A
12	800			800	6.90	127V	1-6	1P-30A
13	2,600	2,600			22.70	127V	1-6	1P-40A
14								
15	1,000		1,000		8.70	127V	1-6	1P-40A
16	700		700		6.10	127V	1-6	1P-30A
17	600			600	5.20	127V	1-6	1P-30A
18								
19								
20	2,600	2,600			22.70	127V	1-6	1P-40A
21	1,600		1,600		13.90	127V	1-6	1P-30A
22	700		700		6.10	127V	1-6	1P-30A
23	900			900	7.80	127V	1-6	1P-30A
24	2,100			2,100	18.30	127V	1-6	1P-40A
25								
26	900	900			7.80	127V	1-6	1P-30A
27	600		600		5.20	127V	1-6	1P-30A
28	1,000		1,000		8.70	127V	1-6	1P-30A
29	700			700	6.10	127V	1-6	1P-30A
30	900			900	7.80	127V	1-6	1P-30A
31	900	900			7.80	127V	1-6	1P-30A
32								
33								
34								
35	1000			1,000	8.70	127V	1-6	1P-30A
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
TOTAL	28,700	7,900	9,400	11,400				

FIGURA 23 Tablero 4 carga actual

OBRA: MERCADO TEPITO UBICACIÓN: TABLEO No.5		TABLERO DE DISTRIBUCION, MARCA SQUARE'D, 42 CIRCUITOS 3 FASES, 4 HILOS, 225AMPS.					
CTO.	WATTS TOTALES	WATTS X FASES			VOLTAJE	CONDUCTOR AWG	PROT.
		A	B	C			
1							
2	2,000	2,000			127V	1-6	1P-20A
3	3,100		3,100		127V	1-6	1P-30A
4	1,600		1,600		127V	1-6	1P-30A
6,10							
5	1,025			1,025	127V	1-6	1P-40A
7	200	200			127V	1-6	1P-30A
8	1,800	1,800			127V	1-6	1P-30A
9,11							
12	1,000		1,000		127V	1-6	1P-40A
13	600	600			127V	1-6	1P-40A
14							
15	200		200		127V	1-6	1P-30A
16	2,700		2,700		127V	1-6	1P-30A
17	1,200			1,200	127V	1-6	1P-30A
18	3,600			3,600	127V	1-6	1P-50A
19	900	900			127V	1-6	1P-30A
20	200	200			127V	1-12	1P-40A
21	3,100		3,100		127V	1-6	1P-30A
22	200		200		127V	1-6	1P-30A
23,25							
24	2,800			2,800	127V	1-12	1P-30A
27,29	200		200		220V	2-8	2P-40A
26	200			200	127V	1-12	1P-15A
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
TOTAL	26,625	5,700	12,100	8,825			

FIGURA 24 Tablero 5 carga actual

Como se citó con anterioridad respecto al diagrama unifilar y de acuerdo al proceso de la reingeniería citado en el capítulo 2 se puede sugerir la revisión de cada local de acuerdo al tipo de giro de la tabla 4 sin embargo es posible que de conformidad en los cuadros de carga presentados no estén presentes los excesos de carga para cada local. Visto desde otra forma la idea de comprender las necesidades del cliente para determinar el nuevo papel del negocio en el mercado es necesario comprometerse con el cambio y rediseñar los procesos clave.

### 3.4 Calculo de los contactos

Considerando los siguientes puntos de la NOM-001-SEDE-2012:

406-4 1) **Contactos de tipo puesta a tierra.** Cuando existe un medio de puesta a tierra en el envolvente del contacto o se instala un conductor de puesta a tierra de equipos de acuerdo con 250-130(c), se deben utilizar contactos de tipo de puesta a tierra y se deben conectar al conductor de puesta a tierra de equipos de acuerdo con 406-4(c) o 250-130(c).

406-5 **Montaje del contacto.** Los contactos se deben montar en cajas o ensambles deben estar fijos firmemente en su lugar, a menos que se permita algo diferente en otras partes de esta NOM

Cada local cuenta con 5m<sup>2</sup> y hay locales que esta fusionados, debido a la variedad en los giros que se muestra en la tabla 4 se propone solo una chalupa por pared esto con el fin de reducir el excedente en las cargas, como se muestra en la siguiente figura es lo que se espera obtener

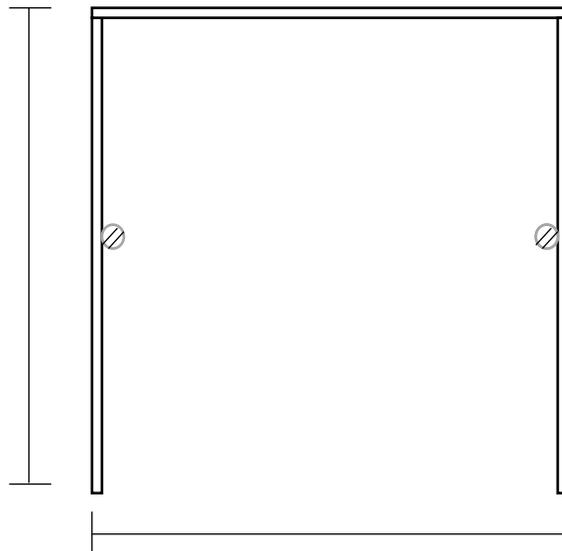


FIGURA 25 Propuesta de contactos por local

Lo anterior con el fin de que los locales tengan sus contactos limitados y no se exceda el consumo eléctrico y la demanda eléctrica permitiendo que la distribución de energía eléctrica se la suficiente para cada locatario

Para los contactos de uso general se considera 180VA (tecnolite, s.f.) por cada contacto (chalupa) para un factor de demanda del 100% por lo que

$$507 \times 2 = 1014 \text{ contactos}$$

Por lo VA definidos

$$1014 \times 180 \text{VA} = 182520 \text{VA}$$

$$182520 \text{VA} \times (\text{factor de demanda } 100\%) = 182.52 \text{kW}$$

Los receptáculos se establecieron a lo largo de todo el mercado. Se distribuyeron de acuerdo a las necesidades de los locatarios, y quedaron representados en los planos que se encuentran en el anexo: Plano A-2

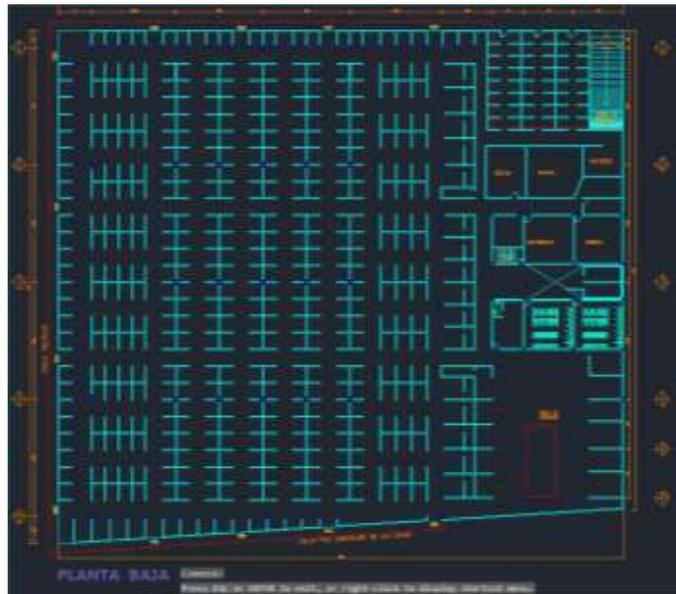


FIGURA 26 Vista de planta del mercado

### 3.5 Calculo de luminarias para el mercado

Para el cálculo de luminarias necesarias en el pasillo del mercado se emplearán 2 métodos diferentes. Se realizará de esta manera debido a que los pasillos requieren un alumbrado general que brinde una buena visión a los comerciantes y compradores, mientras que el otro objetivo será dar una iluminación especial a los productos vendidos por los locatarios. Para cumplir con ambos objetivos se decidió usar el método de los lúmenes, para los pasillos del mercado y para la iluminación especial se utilizará el método punto por punto, esto asegura que los productos sean favorecidos por la iluminación y propicien una mayor atención de los consumidores.

Empezando por el método de los lúmenes para calcular las luminarias por pasillo. Primero se hará el cálculo de los pasillos en su longitud más larga y después se complementará el cálculo del espacio restante entre pasillos (pasillos horizontales), como un espacio separado.

Para las luminarias de cada local se utilizará el cálculo de punto por punto, basado en que este método va referido a saber la iluminación de concreta sobre vegetales, comidas, barras, etc., y que esta ayude a resaltar la variedad y calidad de los productos.

Los cálculos para pasillos serán tomados con una altura de 3 metros para un ancho de pasillos de 2 metros y una altura de trabajo de 0 cm. El largo de los pasillos es de 78.5 metros. Se empezará calculando el flujo total luminoso requerido para el espacio, primeramente de los pasillos más largos. Acorde con la tabla 1 se requiere de un nivel de luxes de 50-200 para áreas transitadas como pasillos.

a= ancho, b=largo, h=altura.

$$K = \frac{a * b}{h * (a + b)}$$

Fórmula 11. Flujo total luminoso.....[11]

$$K = \frac{2 * 79}{3 * (2 + 79)} = \frac{158}{243} = 0.650205$$

Con este valor, se procede a sacar el coeficiente de reflexión de los muros en el mercado, de acuerdo a su color y/o material.

Tabla 6 Coeficientes de reflexión.

Color	Factor de reflexion	Material	Factor de reflexion
Blanco	0.70-0.85	Mortero claro	0.35-0.55
Techo acustico blanco, según orificios	0.50-0.65	Mortero oscuro	0.20-0.30
		Hormigón claro	0.30-0.50
Gris claro	0.40-0.50	Hormigón oscuro	0.15-0.25
Gris oscuro	0.10-0.20	Arenisca clara	0.30-0.40
Negro	0.03-0.07	Arenisca oscura	0.15-0.25
Crema, Amarillo claro	0.50-0.75	Ladrillo claro	0.30-0.40
Marrón claro	0.30-0.40	Ladrillo oscuro	0.15-0.25
Marrón oscuro	0.10-0.20	Mármol blanco	0.60-0.70
Rosa	0.45-0.55	Granito	0.15-0.25
Rojo claro	0.30-0.50	Madera clara	0.30-0.50
Rojo oscuro	0.10-0.20	Madera oscura	0.10-0.25
Verde claro	0.45-0.65	Espejo de vidrio plateado	0.80-0.90
Verde oscuro	0.10-0.20	Aluminio mate	0.55-0.60
Azul claro	0.40-0.55	Aluminio anodizado y abrigantado	0.80-0.85
Azul oscuro	0.05-0.15	Acero pulido	0.55-0.65

El color de los muros es blanco por lo cual el coeficiente utilizado será de 0.70 – 0.85,

### 3.6 Verificación del conductor de alimentación

En la NOM-001-SEDE-2012 en el artículo 310-10 menciona que el tipo de cable THW-LS se puede usar en lugares secos (Artículo 310-10(a)), en lugares secos y húmedos (Artículo 310-10(b)). EL cable tipo THW-LS puede ser usado en lugares húmedos pero en la propuesta de este trabajo no será necesario usar cables en donde el lugar de instalación sean lugares mojados. (NOM-001-SEDE-2012, 2012)

#### Artículo 310-10 Usos permitidos de la NOM-011\_SEDE-2012

- a) **Lugares secos.** Los conductores y cables aislados usados en lugares secos, deben ser de cualquiera de los tipos identificados en esta NOM.
- b) **Lugares secos y húmedos.** Los conductores y cables aislados usados en lugares secos y húmedos deben ser de los tipos FEP, FEPB, MTW, PFA, RHH, RHW, RHW-2, SA, THHN, THW, THW-LS, THW-2, THHW, THHW-LS, THWN, THWN-2, TW, XHH, XHHW, XHHW-2, Z o ZW.
- c) **Lugares mojados.** Los conductores y cables aislados usados en lugares mojados deben cumplir con una de las siguientes condiciones:
  - (1) Tener cubierta metálica impermeable a la humedad
  - (2) Ser de los tipos MTW, RHW, RHW-2, TW, THW, THW-LS. THW-2, THHW, THHW-LS, THWN, THWN-2, XHHW, XHHW-2, ZW.
  - (3) Ser de un tipo aprobado para uso en lugares mojados.

### 3.7 Conductor eléctrico que se utilizara en los tableros eléctricos del mercado público

El conductor que se utilizará será el conductor de cobre tipo THW-LS ya que normalmente son utilizados para circuitos de fuerza y alumbrado en edificaciones industriales, comerciales y residenciales, su temperatura máxima de operación es de 90°C. Con un aislamiento termoplástico resistente a la humedad y retardante a la flama.

Los conductores THW-LS tienen baja emisión de humos, no son propagadores de incendios, tiene gran resistencia a la absorción del agua y son excelentes en la resistencia de rayos ultravioleta.

La temperatura normal de operación es 90°C, la temperatura de sobrecarga es 105°C y de corto circuito 150°C

Los conductores de cobre tipo THW-LS, cumplen con las siguientes especificaciones y normas:

- NMX-J-010-ANCE: Conductores con aislamiento termoplástico de PVC.
- NMX-J-012-ANCE: Cable de cobre con cableado concéntrico

Los conductores se calcularán teniendo en cuenta diferentes parámetros que son muy importantes a tomar en cuenta: la capacidad de corriente que puede soportar el conductor y la caída de tensión permisible en ellos, el factor de corrección por temperatura, el factor de corrección para más de 3 conductores portadores de energía en una canalización.

Para ello se usara la tabla 310-15(b) (16) de la NOM-001-SEDE-2012 la cual indica la corriente máxima que puede circular por un conductor dependiendo su calibre.

Tabla 7 Ampacidades permitidas en conductores aislados para tensiones hasta 2000V y de 60 a 90 grados.

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	
mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, XHHW, USE, ZW	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, 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 <sup>**</sup>	—	—	14	—	—	—
1.31	16 <sup>**</sup>	—	—	18	—	—	—
2.08	14 <sup>**</sup>	15	20	25	—	—	—
3.31	12 <sup>**</sup>	20	25	30	—	—	—
5.26	10 <sup>**</sup>	30	35	40	—	—	—
8.37	8	40	50	55	—	—	—
13.3	6	55	65	75	40	50	55
21.2	4	70	85	95	55	65	75
26.7	3	85	100	115	65	75	85
33.6	2	95	115	130	75	90	100
42.4	1	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

Se aplicara un sistema monofásico a dos hilos. Ya que se utiliza en las instalaciones eléctricas de alumbrado y contactos sencillos, cuando todas las cargas parciales son monofásicas y la carga total instalada no es mayor de 4000W.

Para los circuitos de los 5 tableros se realizará las siguientes ecuaciones

Se calcula la corriente que circulara por el conductor con la siguiente formula

$$I = \frac{W}{V * FP}$$

Fórmula 12. Ecuación para calcular la corriente nominal.[12]

Donde:

I= Corriente que circulara por el conductor

W= Carga (watts) V= Voltaje FP=Factor de potencia

Como en ninguna instalación eléctrica se utiliza la carga total en forma simultánea, es aplicable un factor de Utilización que varía del 60% al 90%. Para calcular el factor de utilización se tomará en cuenta el 75%, esto con el fin de colocar protecciones y cables adecuados a la carga de la instalación eléctrica. Entonces el resultado de la ecuación anterior se multiplicará por 0.75. Y esta será la ecuación por factor de utilización

### 3.8 Factores de corrección por temperatura

El siguiente paso que se tendrá en cuenta será corregir la capacidad de conducción en función a la temperatura ambiente del lugar de la instalación. En este proyecto no se aplicara esta tabla, ya que el rango de temperatura ambiente entra dentro del rango de los 26-30 grados centígrados, pero si es importante tenerlo en cuenta en caso de que se requiera aplicar a otro proyecto donde las condiciones de temperatura sean diferentes a las establecidas en este proyecto.

Tabla 310-15(b)(2)(a) Factores de Corrección basados en una temperatura ambiente de 30 C

Para temperaturas ambiente distintas de 30 °C, multiplique las anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación:			
Temperatura ambiente (°C)	Rango de temperatura del conductor		
	60 °C	75 °C	90 °C
10 o menos	1.29	1.20	1.15
11-15	1.22	1.15	1.12
16-20	1.15	1.11	1.08
21-25	1.08	1.05	1.04
26-30	1.00	1.00	1.00
31-35	0.91	0.94	0.96
36-40	0.82	0.88	0.91
41-45	0.71	0.82	0.87
46-50	0.58	0.75	0.82
51-55	0.41	0.67	0.76
56-60	-	0.58	0.71
61-65	-	0.47	0.65
66-70	-	0.33	0.58
91-75	-	-	0.50
76-80	-	-	0.41
81-85	-	-	0.29

### 3.9 Factor de ajuste para más de 3 conductores portadores de corriente en una canalización.

Al diseñar la distribución de nuestros tableros eléctricos, se decidió incluir en una misma canalización mas de 3 cables portadores de corriente, al tomar esta decisión debemos tener en cuenta que existe un factor de ajuste. Si en un sistema de distribución existen más de 3 conductores se debe de corregir la capacidad de conducción por el siguiente factor de ajuste.

Tabla310-15(b)(3)(a) Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable

Número de conductores <sup>1</sup>	Porcentaje de los valores en las tablas 310-15(b)(16) a 310-15(b)(19), ajustadas para temperatura ambiente, si es necesario.
4-6	80
7-9	70
10-20	50
21-30	45
31-40	40
41 y más	35

### 3.10 Caída de tensión

En un circuito eléctrico la corriente que circula por un conductor ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable, y una caída de tensión. Existen cuatro elementos que debemos tener presente en el cálculo de la caída de tensión. El primero es el calibre del conductor: los conductores de mayor tamaño tienen menor resistencia por unidad de longitud. Con lo cual se reduce la caída de tensión y aumenta el rendimiento energético. El segundo es la corriente de carga: este punto está relacionado con el dimensionamiento del conductor, ya que si tenemos una mayor carga el conductor tendrá que ser de mayor calibre. El tercero es la longitud del conductor: ya que mientras mayor sea la longitud mayor será la resistencia del conductor lo que aumente la caída de tensión, por eso es muy importante diseñar correctamente la posición de los tableros de distribución. El cuarto punto a tener en cuenta es el ajuste de la temperatura del conductor la cual depende de los tres factores anteriores.

Teniendo el conocimiento de cuales son los elementos la caída de tensión debe ser menor a los límites marcados en la NOM-001-SEDE-2012 el cual es de 3%.

$$CT \frac{2L*RI*I}{1000} \quad \%CT \frac{100*CT}{V}$$

Fórmula 13. Calculo de caída de tensión.....[13]

- CT = Caída de Tensión. Volts
- L = Largo del Conductor. Metros
- RL = Resistencia en Ohm /km
- I = Corriente en el conductor. Amperes
- V = Tensión del suministro. Volts
- %CT = Porciento de caída de tensión.

Las ecuaciones anteriores se tomaron de la siguiente ecuación

$$\%e = \frac{2 \times I_n \times L \times 100 \times ((R \cos \theta) + (X \sin \theta))}{V \times 1000}$$

Fórmula 14. Caída de tensión.....[14]

Donde

- 2= es una constante que se utiliza en el cálculo de la caída de tensión monofásica.
- In= Es la corriente nominal
- L= Longitud del conductor que se utilizara.
- V= Voltaje del sistema que se está utilizando.

$$((R \cos \theta) + (X \sin \theta))$$

Esta ecuación es la resistencia que en corriente alterna para conductores de cobre y X es la reactancia que existe en los conductores eléctricos, y  $\theta$  es el factor de potencia con el que se está trabajando.

Se calculará las ecuaciones anteriores para cada tablero, se colocará en una tabla para poder interpretar mejor la información. En la columna del calibre del conductor se colocará cuantos conductores se deberán utilizar, dependiendo del arreglo que se necesite (monofásico, trifásico). Para tener el conocimiento de la longitud de cada circuito en los tableros se realizó una medición para poder determinar cuántos metros de cable será el que se utilizará.

Se utilizará un arreglo trifásico a tres hilos debido al tipo de carga que se tiene, que son inductivas como motores eléctricos o equipos fabricados con bobinas, en este tipo de cálculos para cargas trifásicas, hay necesidad de incluir, además del factor de potencia, la eficiencia promedio de los motores, un valor nunca mayor de 0.85. Debido a que la eficiencia en un motor, es la relación entre la cantidad de trabajo mecánico realizado por el motor y la potencia eléctrica que consume para hacer ese

trabajo, mostrado en forma de porcentaje; un porcentaje mayor, indica una eficiencia más alta. La eficiencia de un motor eléctrico es dependiente pero no limitado al diseño, material, construcción, valores nominales, carga, calidad de energía y condiciones de operación (campos).

El arreglo trifásico a tres hilos se puede utilizar en diferentes casos como son:

1. En instalaciones eléctricas en las que se dispone únicamente de cargas trifásicas, independientemente de la carga total instalada.
2. En alimentaciones generales o derivados que proporcionan la energía eléctrica a cargas trifásicas
3. Para suministrar energía a instalaciones eléctricas con servicio contratado en alta tensión

Lo primero que se realizará para calcular estos circuitos del segundo tablero será utilizar la fórmula para obtener la corriente.

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} * Ef * Cos\varphi}$$

Fórmula 15. Calculo de corriente trifasica.....[15]

Donde:

W= Watts del circuito

Ef= Voltaje del sistema

Cos  $\varphi$ =Eficiencia

Sustituyendo:

$$I = \frac{10338}{\sqrt{3} * 220 * 0.85 * 0.80} = 39.89A$$

Como se indicó en los cálculos anteriores de corriente. Se debe calcular la corriente corregida, es decir multiplicar la corriente obtenida de la ecuación anterior y multiplicarla por el Factor de Utilización (0.80)

$$I_c = 39.89 * 0.80 = 31.917A$$

Se usarán los mismos parámetros que utilizamos en la selección del conductor, nada más que esta vez serán 3 cables los que se utilizarán debido al sistema trifásico que se está utilizando.

Caída de tensión trifásica.

$$\%e = \frac{\sqrt{3} \times I_n \times L \times 100 \times ((R \cos \theta) + (X \sin \theta))}{V_{f-f} \times 1000}$$

Fórmula 16. Caída de tensión trifásica.....[16]

Donde

$I_n$  = Es la corriente nominal

$L$  = Longitud del conductor que se utilizara.

$V_{f-f}$  = Voltaje del sistema que se está utilizando.

$V_{F-F}$

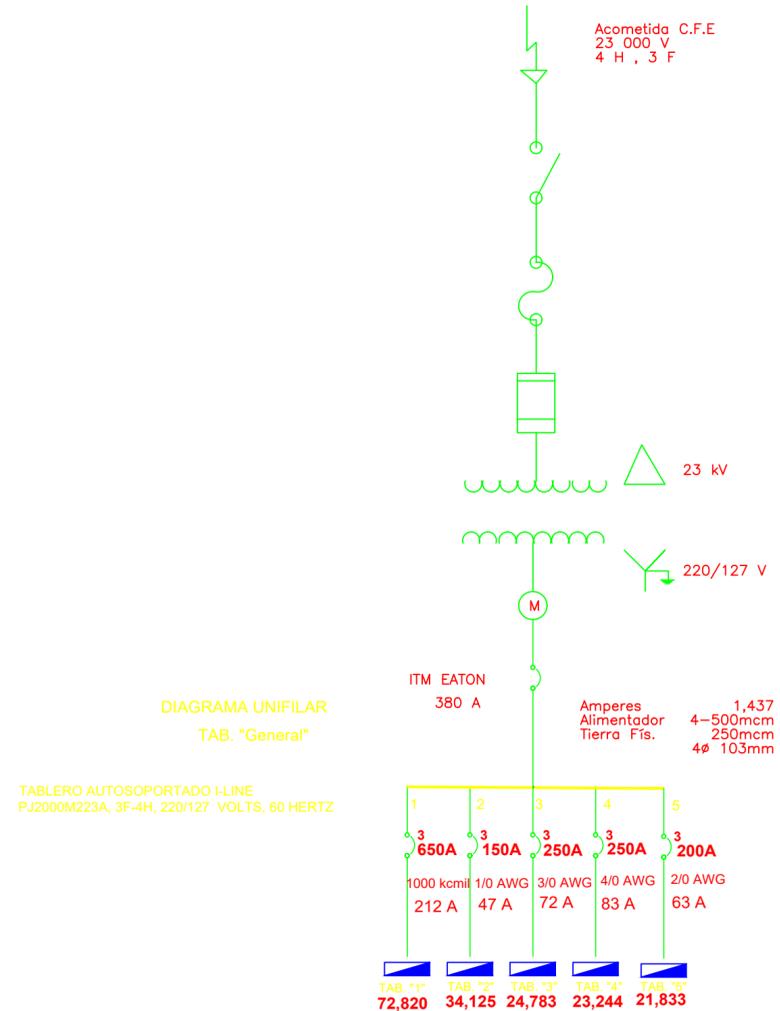
$$((R \cos \theta) + (X \sin \theta))$$

Esta ecuación la  $R$  es resistencia que existe en el conductor en corriente alterna para conductores de cobre y  $X$  es la reactancia que existe en los conductores eléctricos, y  $\theta$  es el factor de potencia con el que se está trabajando.

Así es como se calcula la caída de tensión.

A continuación, se muestra el cuadro de cargas de los 5 tableros eléctricos, así como el unifilar de la instalación y de cada tablero.

### Diagrama unifilar de la Acometida



**NOTA:**  
**TRANSFORMADOR TRIFASICO DE DISTRIBUCION**  
 Transformador seco encapsulado en resina epoxica, tipo AA, futuro FA, 3F, 60 Hz, marca AMBAR, de 500 kVA, 23,000-220Y/127 V, conexión Delta-Estrella, 4 derivaciones (+1/-3 de 1000 V). Devanados Cobre-Cobre. Sobre-elevación de temperatura 100 °K, aislamientos clase F.

### Diagrama unifilar del tablero 1

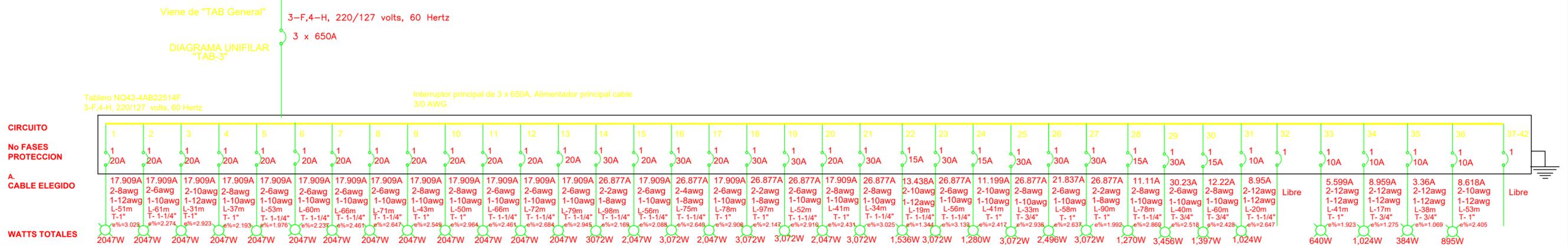


FIGURA 28. Diagrama unifilar del tablero 1

Tabla 8 Tablero 1. Corriente nominal y calibre de cable

Tablero 1	capacidad (A)	Voltaje	WATTS TOTALES	WATTS X FASES			Corriente (Amperes)	Corriente (Amperes) F.U.	Conductor THW-LS Calibre AWG	Metros de cable a utilizar	Caida de tensión %
				A	B	C					
1	20	127	2,047	2,047			17.909	13.432	8	51	3.023
2	20	127	2,047	2,047			17.909	13.432	6	61	2.274
3	20	127	2,047		2,047		17.909	13.432	10	31	2.923
4	20	127	2,047		2,047		17.909	13.432	8	37	2.193
5	20	127	2,047			2,047	17.909	13.432	6	53	1.976
6	20	127	2,047			2,047	17.909	13.432	6	60	2.237
7	20	127	2,047	2,047			17.909	13.432	6	66	2.461
8	20	127	2,047	2,047			17.909	13.432	6	71	2.647
9	20	127	2,047		2,047		17.909	13.432	8	43	2.549
10	20	127	2,047		2,047		17.909	13.432	8	50	2.964
11	20	127	2,047			2,047	17.909	13.432	6	66	2.461
12	20	127	2,047			2,047	17.909	13.432	6	72	2.684
13	20	127	2,047	2,047			17.909	13.432	6	79	2.945
14	30	127	3,072	3,072			26.877	20.157	2	98	2.169
15	20	127	2,047		2,047		17.909	13.432	6	56	2.088
16	30	127	3,072		3,072		26.877	20.157	4	75	2.640
17	20	127	2,047			2,047	17.909	13.432	6	78	2.908
18	30	127	3,072			3,072	26.877	20.157	2	97	2.147
19	30	127	3,072	3,072			26.877	20.157	6	52	2.910
20	20	127	2,047	2,047			17.909	13.432	8	41	2.431
21	30	127	3,072		3,072		26.877	20.157	8	34	3.025
22	15	127	1,536		1,536		13.438	10.079	10	19	1.344
23	30	127	3,072			3,072	26.877	20.157	6	56	3.133
24	15	127	1,280			1,280	11.199	8.399	10	41	2.417
25	30	127	3,072	3,072			26.877	20.157	8	33	2.936
26	30	127	2,496	2,496			21.837	16.378	6	58	2.637
27	30	127	3,072		3,072		26.877	20.157	2	90	1.992
28	15	127	1,270		1,270		11.111	8.333	8	78	2.869
29	30	127	3,456			3,456	30.236	22.677	6	40	2.518
30	15	127	1,397			1,397	12.222	9.167	8	60	2.428
31	10	127	1,024	1,024			8.959	6.719	12	20	1.501
32	LIBRE										0.000
33	10	127	640		640		5.599	4.199	12	41	1.923
34	10	127	1,024		1,024		8.959	6.719	12	17	1.275
35	10	127	384			2,228	3.360	2.520	12	38	1.069
36	10	127	985		985		8.618	6.463	10	53	2.405
37-42	LIBRE										
<b>Total</b>			<b>72,820</b>	<b>25,018</b>	<b>24,906</b>	<b>24,740</b>	<b>637.095</b>	<b>363.783465</b>		<b>1515</b>	

Diagrama unifilar del tablero 2

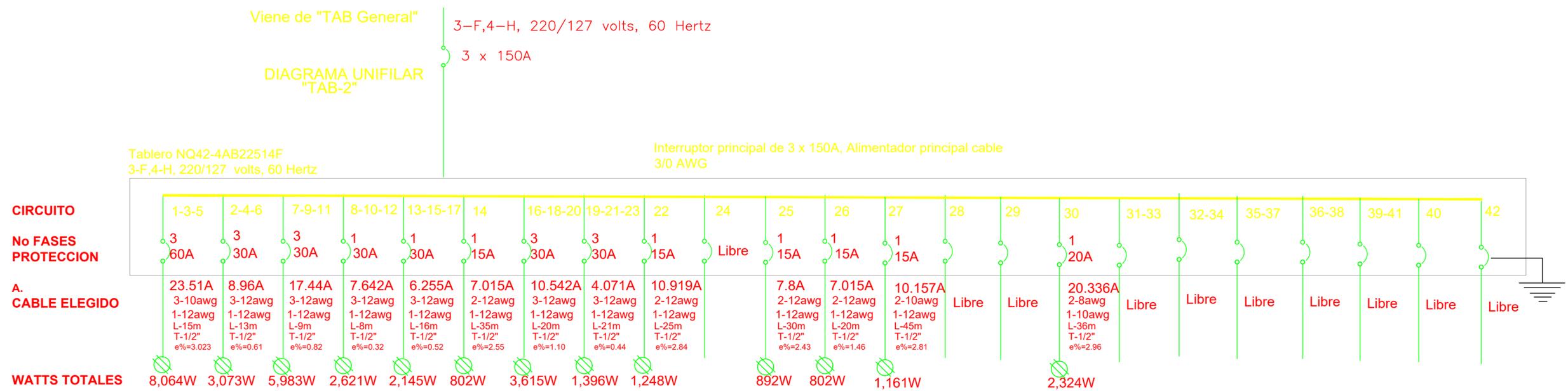


FIGURA 29. Diagrama unifilar del tablero 2

Tabla 9 Tablero 2. Corriente nominal y calibre de cable

Tablero 2	capacidad (A)	Voltaje	WATTS TOTALES	WATTS X FASES			Corriente (Amperes)	Corriente (Amperes) F.U.	Conductor THW-LS Calibre AWG	Metros de cable a utilizar	Caída de tensión %
				A	B	C					
1,3,5	30	220	8,064	2,688	2,688	2,688	23.514	17.635	3-10	15	1.08
2,4,6	30	220	3,073	1,024	1,024	1,024	8.961	6.721	3-12	13	0.61
7,9,11	30	220	5,983	1,994	1,994	1,994	17.445	13.084	3-12	9	0.82
8,10,12	30	220	2,621	874	874	874	7.642	5.732	3-12	8	0.32
13,15,17	30	220	2,145	715	715	715	6.255	4.691	3-12	16	0.52
14	30	127	802	802			7.015	5.261	2-12	35	2.55
16,18,20	30	220	3,615	1,205	1,205	1,205	10.542	7.907	3-12	20	1.10
19,21,23	30	220	1,396	465	465	465	4.071	3.053	3-12	21	0.44
22	20	127	1,248		1,248		10.919	8.189	2-12	25	2.84
24	LIBRE										
25	20	127	892	892			7.800	5.850	2-12	30	2.43
26	20	127	802	802			7.015	5.261	2-12	20	1.46
27	20	127	1,161		1,161		10.157	7.618	2-10	45	2.81
28	LIBRE										
29	LIBRE										
30	20	127	2,324			2,324	20.336	15.252	2-8	36	2.96
31,33	LIBRE										
32,34	LIBRE										
35,37	LIBRE										
36,38	LIBRE										
39,41	LIBRE										
40	LIBRE										
42	LIBRE										
<b>Total</b>			<b>34,125</b>	<b>11,461</b>	<b>11,375</b>	<b>11,290</b>	<b>142</b>	<b>106</b>		<b>293</b>	

### Diagrama unifilar del tablero 3

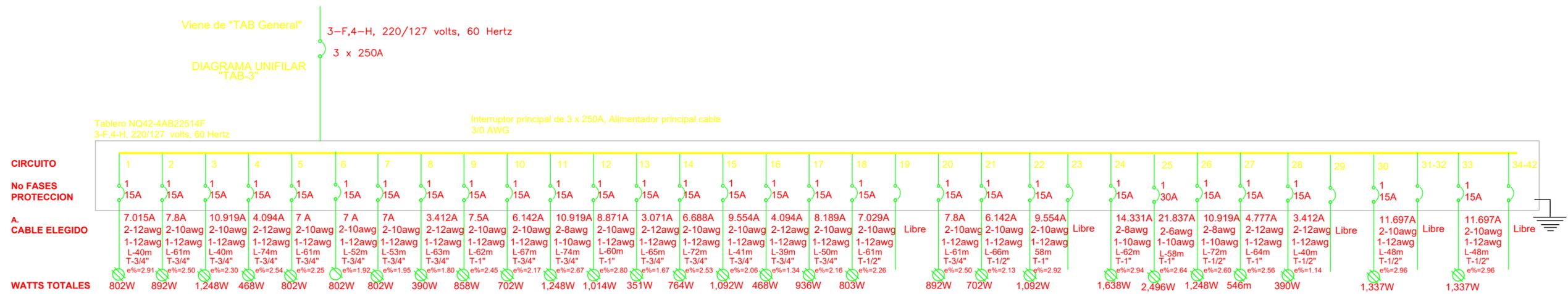


FIGURA 30. Diagrama unifilar del tablero 3

Tabla 10 Tablero 3. Corriente nominal y calibre de cable

Tablero 3	capacidad (A)	Voltaje	WATTS TOTALES	WATTS X FASES			Corriente (Amperes)	Corriente (Amperes) F.U.	Conductor THW-LS Calibre AWG	Metros de cable a utilizar	Caída de tensión %
				A	B	C					
1	15	127	802	802			7.015	5.261	2-12	40	2.91
2	15	127	892	892			7.800	5.850	2-10	61	2.50
3	15	127	1,248		1,248		10.919	8.189	2-10	40	2.30
4	15	127	468		468		4.094	3.071	2-12	74	2.54
5	15	127	802			802	7.017	5.262	2-10	61	2.25
6	15	127	802			802	7.000	5.200	2-10	52	1.92
7	15	127	802	802			7.000	5.250	2-10	53	1.95
8	15	127	390	390			3.412	2.559	2-12	63	1.80
9	15	127	858		858		7.507	5.630	2-10	62	2.45
10	15	127	702		702		6.142	4.606	2-10	67	2.17
11	15	127	1,248			1,248	10.919	8.189	2-8	74	2.67
12	15	127	1,014			1,014	8.871	6.654	2-10	60	2.80
13	15	127	351	351			3.071	2.303	2-12	65	1.67
14	15	127	764	764			6.688	5.016	2-10	72	2.53
15	15	127	1,092		1,092		9.554	7.165	2-10	41	2.06
16	15	127	468		468		4.094	3.071	2-12	39	1.34
17	15	127	936			936	8.189	6.142	2-10	50	2.16
18	15	127	803			803	7.029	5.272	2-10	61	2.26
19	LIBRE										
20	15	127	892	892			7.800	5.850	2-10	61	2.50
21	15	127	702		702		6.142	4.606	2-10	66	2.13
22	15	127	1,092		1,092		9.554	7.165	2-10	58	2.92
23	LIBRE										
24	15	127	1,638			1,638	14.331	10.748	2-8	62	2.94
25	30	127	2,496	2,496			21.837	16.378	2-6	58	2.64
26	15	127	1,248	1,248			10.919	8.189	2-8	72	2.60
27	15	127	546		546		4.777	3.583	2-12	64	2.56
28	15	127	390		390		3.412	2.559	2-12	40	1.14
29	LIBRE										
30	15	127	1,337			1,337	11.697	8.772	2-10	48	2.96
31-32	LIBRE										
33	15	127	1,337		1,337		11.697	8.772	2-10	48	2.96
34-42	LIBRE										
<b>TOTAL</b>			<b>24,783</b>	<b>8,636</b>	<b>8,903</b>	<b>8,580</b>	<b>216.7877515</b>	<b>163</b>		<b>1612</b>	

### Diagrama unifilar del tablero 4

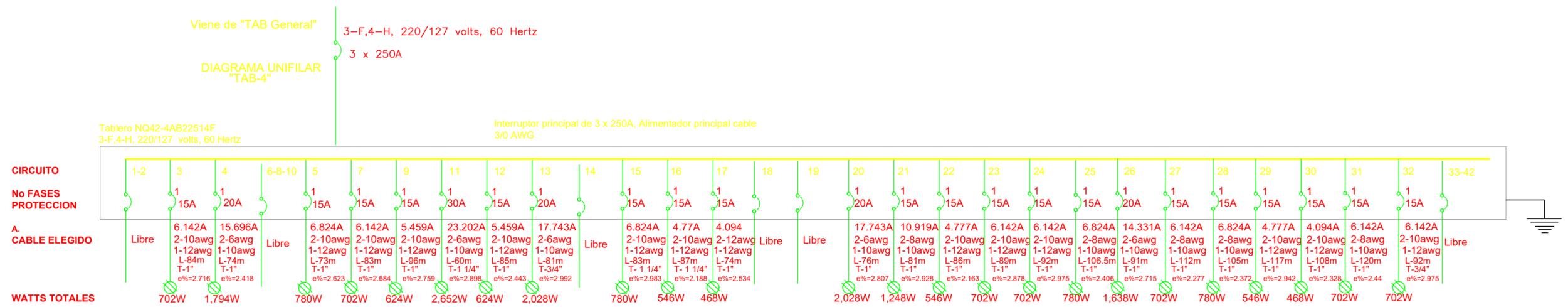


FIGURA 31. Diagrama unifilar del tablero 4

Tabla 11 Tablero 4. Corriente nominal y calibre de cable

Tablero 4	Capacidad (A)	Voltaje	WATTS TOTALES	WATTS X FASES			Corriente (Amperes)	Corriente (Amperes) F.U.	Conductor THW-LS Calibre AWG	Metros de cable a utilizar	Caída de tensión %
				A	B	C					
1,2	LIBRE										
3	15	127	702		702		6.142	4.606	2-10	84	2.716
4	20	127	1,794		1,794		15.696	11.772	2-6	74	2.418
6,8,10	LIBRE										
5	15	127	780			780	6.824	5.118	2-10	73	2.623
7	15	127	702	702			6.142	4.606	2-10	83	2.684
9	15	127	624		624		5.459	4.094	2-10	96	2.759
11	30	127	2,652			2,652	23.202	17.402	2-6	60	2.898
12	15	127	624			624	5.459	4.094	2-10	85	2.443
13	20	127	2,028	2,028			17.743	13.307	2-6	81	2.992
14	LIBRE										
15	15	127	780		780		6.824	5.118	2-10	83	2.982
16	15	127	546		546		4.777	3.583	2-10	87	2.188
17	15	127	468			468	4.094	3.071	2-12	74	2.534
18	LIBRE										
19	LIBRE										
20	20	127	2,028	2,028			17.743	13.307	2-6	76	2.807
21	15	127	1,248		1,248		10.919	8.189	2-8	81	2.928
22	15	127	546		546		4.777	3.583	2-10	86	2.163
23	15	127	702			702	6.142	4.606	2-10	89	2.878
24	15	127	702	1,638			6.142	4.606	2-10	92	2.975
25	15	127	780			780	6.824	5.118	2-8	106.5	2.406
26	20	127	1,638			702	14.331	10.748	2-6	91	2.715
27	15	127	702		702		6.142	4.606	2-8	112	2.277
28	15	127	780		780		6.824	5.118	2-8	105	2.372
29	15	127	546			546	4.777	3.583	2-10	117	2.942
30	15	127	468			468	4.094	3.071	2-10	108	2.328
31	15	127	702	702			6.142	4.606	2-8	120	2.440
32	15	127	702	702			6.142	4.066	2-10	92	2.975
33-42	LIBRE										
<b>TOTAL</b>			<b>23,244</b>	<b>7,800</b>	<b>7,722</b>	<b>7,722</b>	<b>251</b>	<b>188</b>		<b>2155.5</b>	

Diagrama unifilar del tablero 5

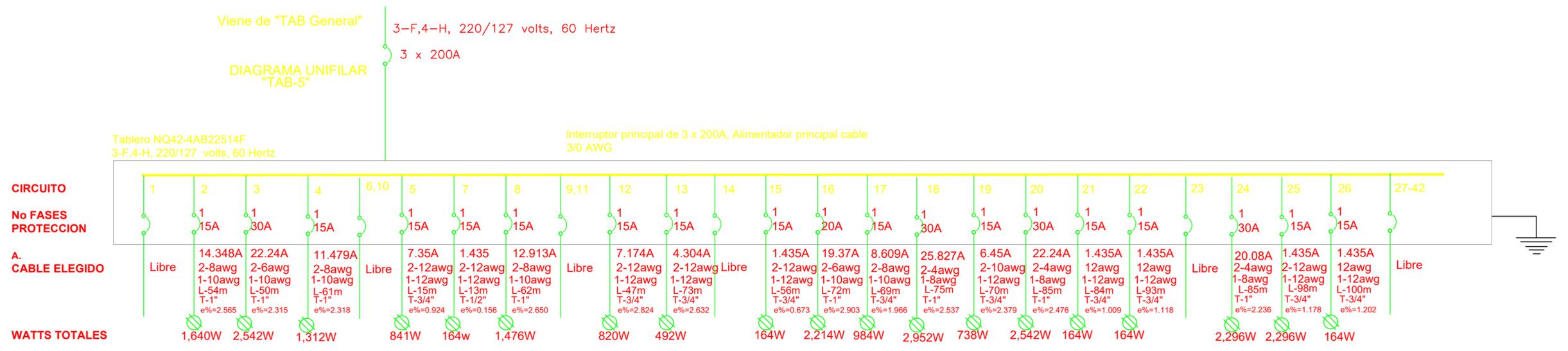


FIGURA 32. Diagrama unifilar del tablero 5

Tabla 12 Tablero 5. Corriente nominal y calibre de cable

Tablero 5	Capacidad (A)	Voltaje	WATTS TOTALES	WATTS X FASES			Corriente (Amperes)	Corriente (Amperes) F.U.	Conductor THW-LS Calibre AWG	Metros de cable a utilizar	Caída de tensión %
				A	B	C					
1	LIBRE										
2	15	127	1,640	1,640			14.348	10.761	2-8	54	2.565
3	30	127	2,542		2,542		22.240	16.680	2-6	50	2.315
4	15	127	1,312		1,312		11.479	8.609	2-8	61	2.318
6,10	LIBRE										
5	15	127	841			841	7.353	5.515	2-12	15	0.924
7	15	127	164	164			1.435	1.076	2-12	13	0.156
8	15	127	1,476	1,476			12.913	9.685	2-8	62	2.650
9,11	LIBRE										
12	15	127	820		820		7.174	5.381	2-12	47	2.824
13	15	127	492	492			4.304	3.228	2-12	73	2.632
14	LIBRE										
15	15	127	164		164		1.435	1.076	2-12	56	0.673
16	20	127	2,214		2,214		19.370	14.528	2-6	72	2.903
17	15	127	984			984	8.609	6.457	2-8	69	1.966
18	30	127	2,952			2,952	25.827	19.370	2-4	75	2.537
19	15	127	738	738			6.457	4.843	2-10	70	2.379
20	30	127	2,542	2,542			22.240	16.680	2-4	85	2.476
21	15	127	164		164		1.435	1.076	2-12	84	1.009
22	15	127	164		164		1.435	1.076	2-12	93	1.118
23	LIBRE										
24	30	127	2,296			2,296	20.087	15.066	2-4	85	2.236
25	15	127	164	164			1.435	1.076	2-12	98	1.178
26	15	127	164	164			1.435	1.076	2-12	100	1.202
27-42	LIBRE										
<b>TOTAL</b>			<b>21,833</b>	<b>7,380</b>	<b>7,380</b>	<b>7,073</b>	<b>191</b>	<b>143</b>		<b>1262</b>	

### **3.11 Selección de canalizaciones que se utilizaran en el mercado publico**

Las canalizaciones eléctricas son los elementos que se encargan de contener los conductores eléctricos. La función de las canalizaciones eléctricas son proteger a los conductores, ya sea de daños mecánicos, químicos, altas temperatura y humedad; también, distribuirlo de forma uniforme, acomodando el cableado eléctrico en la instalación (FARADAYOS Tecnología eléctrica, 2018).

Las canalizaciones eléctricas están fabricadas para adaptarse a cualquier ambiente donde se requiera llevar un cableado eléctrico.

#### **Charolas portacables**

Las charolas portacables tienen una función muy importante en la industria, ya que nos permiten tener una buena distribución de fuerza en toda la instalación eléctrica.

Los sistemas de canalización y soporte de cables eléctricos sirven para dar dirección y distribución de una forma clara y ordenada. Las charolas portacables son flexibles, ajustables y de poco mantenimiento lo que permite que se adecuen en el futuro de acuerdo a las necesidades de cada cliente. Además facilitan la reparación, corrección, incremento de vías eléctricas, ubicación de fallas; dado que su exposición al aire libre facilita su supervisión y modificación, así como una constante ventilación de los cables de energía evitando sobrecalentamiento.

Las charolas portacables pueden ser usados para tender cables de corriente, fuerza, señalización, control, alumbrado; todos estos deben tener su respectivo aislamiento para su óptimo funcionamiento.

Las charolas portacables, normalmente están fabricadas en aluminio 6063, acero galvanizado en inmersión en caliente y acero inoxidable. Los accesorios de ensamble (tornillos, tuercas y arandelas) son de acero con acabado galvanizado.

El aluminio es seleccionado para estos sistemas por su resistencia mecánica y por resistencia a la corrosión ya que forma una película de óxido de aluminio renovable que lo protege después de sufrir raspones o rayaduras. Además el aluminio es ligero lo que hace que una charola portacables tenga un peso menor en comparación con el acero de más de la mitad de su peso lo que facilita la instalación y reduce la carga en las estructuras. La propiedad del aluminio al no ser magnético reduce al mínimo las pérdidas eléctricas. Las charolas portacables eléctricas son utilizadas en una gran variedad de industrias: Industria en general (Química, Cementera, Automotriz), Naves industriales, Centros comerciales, Hoteles, Almacenes de distribución, Edificios corporativos, etc.

Primero debemos aclarar que las charolas tipo escalera o con perforaciones o tipo malla no son canalizaciones, son únicamente sistemas de soporte para conductores y por esta razón se considera que los cables están expuestos al aire y tienen una mejor ventilación (disipación de calor) que si estuviesen dentro de un tubo. Sus ventajas son la capacidad de ventilación que permite conducir mayores cargas eléctricas, así como su relativa

facilidad y rapidez para instalación de cables. Sus desventajas consisten en que los cables no tienen protección mecánica, que su impedancia puede ser superior a la de otros sistemas y que existen reglas muy estrictas para ser utilizados de esta manera, reglas que algunos instaladores no dominan y se dejan llevar solo por las ventajas aparentes sin considerar sus limitaciones. En ocasiones es preferible utilizar charolas tipo escalera debido a sus ventajas, este recurso no se debe aplicar a condiciones que resulten en riesgo.

#### Tubo conduit

Existen dos tipos de tubo conduit que nosotros podemos usar en nuestra propuesta de instalación eléctrica, Tubo Conduit Metálico Semipesado tipo IMC y Tubo Conduit Metálico flexible tipo FMC.

El tubo conduit flexible tipo FMC se realiza por el enrollamiento helicoidal de una banda de canal auto-entrelazada de aluminio de acero, formando un tubo hueco a través del cual los alambres se pueden tirar. FMC se utiliza principalmente en áreas secas, y en donde se requiere de fuerza metálica para proteger a los conductores. El tubo flexible no mantiene ningún doblez permanente, y puede flexionar libremente.

El tubo conduit Semipesado tipo IMC se usa para cableados de redes de distribución. Principalmente para instalaciones de tipo industrial. Y pueden ser Instalaciones eléctricas visibles u ocultas para cualquier tipo de condición atmosférica y en cualquier tipo de edificación. Una de las ventajas que podemos obtener de este tipo de tubo Conduit es que su superficie está protegida contra la corrosión y esto permite instalarla en áreas de ambiente corrosivo, en concreto o en contacto directo con la tierra. Son resistentes y duraderos con una buena hermeticidad y se evita que el cable se dañe debido a que el tubo en su parte interna no tiene bordes o asperezas cortantes, permitiendo así la introducción de cables eléctricos sin riesgo de daños,

Apegándonos a la NOM-001-SEDE-2012 usaremos para la instalación de los circuitos derivados Tubo Conduit Metálico Semipesado tipo IMC. Debido a que estos tubos son resistentes a los daños mecánicos. En ambos extremos vienen con una rosca, pudiéndose enlazar con conectores roscados (coples y codos).

Tabla 13 Con especificaciones comerciales de Tubo conduit semipesado IMC.

Tamaño nominal (mm)	Diámetro interior (mm)	Area interior total (mm <sup>2</sup> )	Area disponible para conductores (mm)		
			Un conductor (fr=53%)	Dos conductores (fr=31%)	Mas de dos Conductores (fr=40%)
16(1/2)	15.8	196	103	60	78
21(3/4)	20.9	344	181	106	137
27 (1)	26.6	557	294	172	222
35 (1-1/4)	35.1	965	513	299	387
41(1-1/2)	40.9	1 313	697	407	526
53 (2)	52.5	2 165	1 149	671	867
63 (2-1/2)	62.7	3 089	1 638	956	1 236
78 (3)	77.9	4 761	2 523	1 476	1 904
91 (3-1/2)	90.1	6 379	3 385	1 977	2 555
103 (4)	102.3	8 213	4 349	2 456	3 282
129 (5)	128.2	12 907	6 440	4 001	5 163
155 (6)	154.1	18 639	9 879	5 778	7 456

Para poder saber qué medida de tubo conduit se debe usar, dependiendo del calibre del conductor que se selecciono en los diferentes circuitos, debemos identificar el área del conductor tipo THW-LS.

Tabla 14 Tabla de dimensiones de conductores para 600V

CALIBRE AWG o Kcmil	TIPOS AF, TF, TW, THW, THW-LS THHW, THHW-LS		TIPOS TFN, THHN, THWN	
	DIAMETRO APROX. mm	AREA APROX. mm <sup>2</sup>	DIAMETRO APROX. mm	AREA APROX. mm <sup>2</sup>
	18	2.69	5.16	2.13
16	3	7.03	2.44	4.68
14	3.38	8.97	2.82	6.26
14				
12	3.86	11.7	3.3	8.58
12				
10	4.47	15.7	4.17	13.6
8	5.99	28.2	5.49	23.6
6	7.72	46.8	6.45	32.7
4	8.94	62.8	8.23	53.2
3	9.65	73.2	8.94	62.8
2	10.5	86	9.75	74.7
1	12.5	123	11.3	100
1/0	13.5	143	12.3	120
2/0	14.7	169	13.5	143
3/0	16	201	14.8	173
4/0	17.5	240	16.3	209

Teniendo el conocimiento del área que ocupa el conductor dependiendo del calibre. Se puede saber qué tipo de tubería se debe seleccionar. En la siguiente tabla se observa el área promedio de las tuberías conduit de diferentes medidas. Además del área máxima que se puede ocupar por uno o dos conductores, 40% del área interior de la tubería.

Tabla 15 Ocupación de conductores en un tubo conduit

Tipo de conductor	Calibre del conductor AWG o KCM	Diámetro nominal del tubo mm (pulg)						
		13 (1/2")	19 (3/4")	25(1")	32(1 1/4")	38(1 1/2")	51(2")	63(2 1/2")
TW, THW, THW-LS THHW-LS y XHHW	14'	9	16	25	45	61		
	14	8	14	22	39	54		
	12'	7	12	20	35	48	78	
	12	6	11	17	30	41	68	
	10'	5	10	15	27	37	61	
	10	4	8	13	23	32	52	
TW, THW, THW-LS THHW-LS y XHHW sin cubierta exterior	8	2	4	7	13	17	28	40
	6	1	2	4	7	10	16	23
	4	1	1	3	5	7	12	17
	2	1	1	2	4	5	9	13
	1/0		1	1	2	3	5	8
	2/0		1	1	1	3	5	7
	3/0		1	1	1	2	4	6
	4/0			1	1	1	3	5
	250			1	1	1	2	4
	300				1	1	2	3
	350				1	1	1	3
	400				1	1	1	2
500				1	1	1	1	

Tomando a consideración el factor de relleno en los tubos conduit (40% de su área interior) estas son las áreas que se pueden ocupar en el tubo conduit.

Tabla 16 Área en mm que se puede ocupar en la tubería conduit

DIAMETROS NOMINALES		AREAS INTERIOES EN mm <sup>2</sup>			
		PARED DELGADA		PARED GRUESA	
PULGADAS	mm	40%	100%	40%	100%
1/2	13	78	196	96	240
3/4	19	142	356	158	392
1	25	220	551	250	624
1 1/4	32	390	980	422	1 056
1 1/2	38	532	1330	570	1 424
2	51	874	2185	926	2 316
2 1/2	64			1 376	3 440
3	76			2 116	5 290
4	102			3 575	8 938

### 3.11.1 Longitudes de las canalizaciones de distribución.

Se desarrollaron las siguientes tablas con el fin de proporcionar información acerca de las trayectorias de distribución de los circuitos de los tableros eléctricos. Se puede apreciar los circuitos que constituyen cada trayectoria así como la medida que se utilizara de tubería conduit, esto con el fin de que sea más fácil saber cuánto material se ocupara para la distribución eléctrica

Tabla 17 Tubo conduit Medida y longitud que se utilizara

Circuitos	TUBERIA DE CABLE Y ACCESORIOS A UTILIZAR					
	TABLERO 1					
	TUBERIA DE CABLE (m)				Accesorios	
	1/2	3/4"	1"	1 1/4"	Chalupas	Codos
1,19,20	10	0	50	0	88	5
2,7,8,13	20	0	0	75	128	5
3,4,9,10	0	0	49	0	128	3
5,6,11,12	44	0	0	71	128	5
14,15,16	18	17	0	44	128	3
17,18,27	0	0	93	0	128	4
21,22,23,24,28	38	29	0	32	136	6
26,33,35,36	30	0	34	0	77	3
29	0	20	0	0	55	3
30,34,25	25	30	0	0	93	5
31	20	0	0	0	16	3
TOTAL	205	96	226	222	1105	45

Tabla 18 Tubo conduit Medida y longitud que se utilizara

Circuitos	TUBERIA DE CABLE Y ACCESORIOS A UTILIZAR					
	TABLERO 2					
	TUBERIA DE CABLE (m)				Accesorios	
	1/2	3/4"	1"	1 1/4"	Chalupas	Codos
1,3,5	15	0	0	0	1	3
2,4,6	13	0	0	0	1	3
7,9,11	9	0	0	0	1	3
8,10,12	8	0	0	0	1	3
13,15,17	16	0	0	0	1	3
16,18,20	20	0	0	0	1	3
19,21,23	21	0	0	0	1	3
14,22	42	0	0	0	8	6
25,26	64	0	0	0	6	10
27,30	113	0	0	0	12	3
TOTAL	321	0	0	0	6	18

Tabla 19 Tubo conduit Medida y longitud que se utilizara

Circuitos	TUBERIA DE CABLE Y ACCESORIOS A UTILIZAR					
	TABLERO 3					
	TUBERIA DE CABLE (m)				Accesorios	
	1/2	3/4"	1"	1 1/4"	Chalupas	Codos
1,2,3,16	63	18	0	0	34	5
4,5,7,8	27	46	0	0	22	4
6,15,30	70	40	0	0	17	7
9,12,22,25	19	8	86	0	12	3
10,11,13,14	15	70	0	0	19	3
17,18,20,33	22	37	0	0	18	3
21,24,26,27	14	8	57	0	19	3
TOTAL	230	227	143	0	141	28

Tabla 20 Tubo conduit Medida y longitud que se utilizara

Circuitos	TUBERIA DE CABLE Y ACCESORIOS A UTILIZAR					
	TABLERO 4					
	TUBERIA DE CABLE (m)				Accesorios	
	1/2	3/4"	1"	1 1/4"	Chalupas	Codos
3,4,9,12	24	5	73	0	19	5
5,7,17,20	15	5	71	0	13	3
11,13,15,16	27	9	7	70	23	7
21,22,23,26	13	8	87	0	17	4
24,28,29,30	20	0	110	0	18	4
25,27,31,32	12	12	99	0	13	9
TOTAL	111	39	447	70	103	32

Tabla 21 Tubo conduit Medida y longitud que se utilizara

Circuitos	TUBERIA DE CABLE Y ACCESORIOS A UTILIZAR					
	TABLERO 5					
	TUBERIA DE CABLE (m)				Accesorios	
	1/2	3/4"	1"	1 1/4"	Chalupas	Codos
2,3,4,8	18	0	53	0	15	3
5,12,13,15	59	22	0	0	20	4
7	10	0	0	0	10	2
16,18	0	6	74	0	9	4
17,19	78	70	0	0	9	4
20,24	0	6	0	77	9	4
21,22,26,27	40	77	0	0	19	5
TOTAL	205	181	127	77	91	26

### 3.11.2 Memoria de cálculo de caída de tensión

Circuitos monofásicos

Tomaremos los datos que se obtuvieron en el levantamiento eléctrico para realizar primeramente el cálculo de la corriente.

Tablero 3. Circuito 1 = 802watts

Lo primero que se realizará será el cálculo de la corriente nominal con la ecuación 12:

$$I = \frac{W}{V * FP}$$

Sustituyendo

$$I = \frac{802}{127 * 0.9} = 7.016A$$

Una vez obtenida la corriente nominal debemos obtener la corriente corregida, esta se obtiene mediante el factor de agrupamiento y el factor de temperatura mencionadas anteriormente.

$$I \text{ corregida} = \frac{I \text{ nominal} * \text{Factor de demanda}}{\text{factor de agrupamiento} * \text{factor de temperatura}}$$

Fórmula 17. Corrección de corriente.....[17]

Sustituyendo

$$I \text{ corregida} = \frac{7.016 * .75}{0.70 * 1} = 7.5171A$$

Una vez obtenida la corriente corregida se calculará la caída de tensión. Usando la fórmula 14

$$\%e = \frac{2 * I_n * L * 100 * ((R \cos \theta) + (X \sin \theta))}{V * 1000}$$

Sustituyendo

$$\%e = \frac{2 * 7.016 * 42 * 100 * (6.6037)}{127 * 1000} = 2.91\%$$

Un dato de vital importancia es la longitud de cada circuito, ya que a mayor longitud mayor será la caída de tensión. Ese dato se tomó en el levantamiento eléctrico y en el diseño de la instalación eléctrica.

Si el %e es mayor a 3% se repetirá el mismo calculo, pero con un calibre superior para disminuir la caída de tensión.

Estos cálculos se repitieron para todos los circuitos monofásico de los 5 tableros eléctricos que componen el mercado público.

Circuitos trifásicos

Tomaremos los datos que se obtuvieron en el levantamiento eléctrico para realizar primeramente el cálculo de la corriente.

Tablero 2. Circuito 1 = 8,064 watts

Lo primero que se realizará será el cálculo de la corriente nominal con la ecuación 15:

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} * Ef * Cos\varphi}$$

Sustituyendo

$$I = \frac{8,064}{\sqrt{3} * 220 * 0.9} = 23.51A$$

Una vez obtenida la corriente nominal debemos obtener la corriente corregida, esta se obtiene mediante el factor de agrupamiento y el factor de temperatura mencionadas anteriormente.

$$I \text{ corregida} = \frac{I \text{ nominal} * \text{Factor de demanda}}{\text{factor de agrupamiento} * \text{factor de temperatura}}$$

Sustituyendo

$$I \text{ corregida} = \frac{23.51 * .75}{1 * 1} = 17.632A$$

Una vez obtenida la corriente corregida se calculará la caída de tensión. Usando la fórmula 16

$$\%e = \frac{\sqrt{3} * In * L * 100 * ((R \cos \theta) + (X \sin \theta))}{Vf - f * 1000}$$

Sustituyendo

$$\%e = \frac{\sqrt{3} * 23.51 * 15 * 100 * (3.9054)}{220 * 1000} = 1.08\%$$

Si el %e es mayor a 3% se repetirá el mismo calculo, pero con un calibre superior para disminuir la caída de tensión.

### **3.12 Protección de los transformadores**

Los transformadores, como cualquier maquina eléctrica, debe estar protegida contra fallas, que acorten su vida útil o puedan provocar accidentes que afecten a las personas o sus propiedades. Los transformadores que se instalan en media tensión, como se sabe la media tensión va de los 1000 volts a los a los 69 kV (según parámetros de CFE).

Para servicios industriales, las empresas y/o comercios, se requiere de la instalación de transformadores para acoplar a la línea de transmisión o distribución su demanda de energía eléctrica. Los transformadores que se instalan con este propósito, no requieren de protecciones tan especiales o en tal cantidad como las encontradas en transformadores de alta tensión o gran capacidad, como sabemos esos trasformadores cuentan con protecciones incluso para los niveles de temperatura y el aceite de los tanques.

Los transformadores para este tipo de servicios en media tensión, están protegidos por elementos “más comunes” de seguridad, como lo son interruptores termo magnéticos (conocidos también como ITM´s) y fusibles limitadores de corriente y/o de expulsión.

Los fusibles siempre protegen el lado de alta tensión o primario, mientras que los ITM´s protegen al lado de baja. Y en el caso del transformador del mercado estás serán sus protecciones.

#### **3.12.1 Fusibles de expulsión**

Se rigen por el principio de expulsión, en el cual el fusible, en primera parte abre el circuito antes la corriente de corto circuito y una segunda acción, en la cual encierra el arco en una cámara especial. Estos son los principales tipos de fusibles implementados.

Tabla 22 Características de las curvas para fusibles

TIPO	CAPACIDAD DE CORRIENTE	RELACIÓN DE VELOCIDAD	MEJOR COORDINACIÓN	OTRAS CARACTERIZTICAS
Rápido (K)	150%	6-8	Con relés de curva inversa	Remueve fallas en un menor tiempo.
Lento (T)	150%	10-13	Con reconectores de aceite y otros fusibles.	Mayor resistencia a transitorios y corrientes de arranque.
MS o KS	130%	20	Con equipos que requieran un comportamiento más lento que el ofrecido por el tipo T.	
Slow-Fast	150%			Especiales para transformadores.
Estándar (STD)	150%	7-11	Cuando se requiere un comportamiento intermedio entre el K y el T.	
H	100%	7-11		Características de fusión muy rápida.
N	100%	6		
X	100%	32		Son de elemento dual.
Sft				Son de elemento dual.
Dual		13-20		Son de elemento dual.

### 3.12.2 Consideraciones para la selección del fusible de expulsión

Para seleccionar el fusible de expulsión existen dos factores principales, ambos afectan el tiempo en que el elemento disminuyen el punto de fusión del elemento fundible. Estos dos elementos son la temperatura ambiente y los efectos precarga. Los efectos precarga, son las corrientes que pasan a través del elemento fundible, y que disminuyen el tiempo de fusión del elemento, ya que aumentan la temperatura de la protección.

Todos los equipos probados tienen como estándar una temperatura de 25°, pero la temperatura ambiente provoca que las curvas dadas por el fabricante cambien su comportamiento según la temperatura ambiente.

A una mayor temperatura las curvas de los fusibles se desplazan a la izquierda, esto disminuye las corrientes que soporta el elemento antes de llegar al punto de fusión. De manera inversa, cuando la temperatura disminuye la curva característica del fusible se desplaza, y al igual que con el caso anterior, esto afecta directamente a las características del elemento fundible. En esta ocasión el fusible será capaz de soportar corrientes mayores que las marcadas en las curvas del fabricante.

Los 2 principales materiales de construcción para el elemento fundible son plata y estaño y cada uno muestra un comportamiento diferente ante el cambio de temperatura.

Para dimensionar el efecto pre carga también se determinan mediante una carga que contempla dos factores, el porcentaje de corriente de precarga en términos del índice de enlace y porcentaje de tiempo de fusión. Esta gráfica representa el efecto en ambos materiales (plata y estaño), especificando una curva para cada uno.

### **3.12.3 Fusibles limitadores de corriente**

Estos fusibles se pueden dividir en 3 diferentes tipos:

- 1.- De respaldo o de rango parcial (Backup): Deben emplearse con un fusible de expulsión o algún otro dispositivo de sobre corriente, debido a que solo tiene la capacidad de interrumpir corrientes por encima de su corriente mínima de corte, superior a su corriente mínima de fusión.
- 2.- De propósito general (General Purpose): Se definen con una corriente mínima de corte tal que el tiempo de fusión asociado sea superior a una hora.
- 3.-De rango completo (Full Range): Se asegura abrir el circuito ante cualquier corriente que provoque la fusión, incluso las corrientes de corto circuito. De un mayor precio que los “Backup” y con ciertas desventajas como el posible sobrecalentamiento y no ser adecuado para todas las instalaciones.

### **3.12.4 Criterios de selección del fusible para protección del transformador**

Los siguientes puntos se deben tomar en cuenta como puntos principales para la protección de transformadores monofásicos y trifásicos, ya sea un fusible limitador de corriente, de expulsión o power fuse.

Los fusibles de enlace, son el elemento de protección que abre el circuito en el momento de falla, se encuentran normados por la ANCI C37.43. Su curva característica de tiempo-corriente depende del material y dimensiones que lo componen.

Tiene dos presentaciones, la primera y más básica, es de un solo material y no protege contra sobre cargas. Si se requiere la protección contra sobre cargas, el elemento fundible dual.

Los factores principales son:

- Tensión Nominal: La tensión nominal de operación del fusible debe superar la máxima tensión línea-línea del transformador.
- Capacidad de interrupción: El valor de corriente de corto circuito simétrica debe ser igual o mayor que la calculada en el circuito en ese punto, esto para asegurar que sea capaz de liberar la falla.
- Capacidad de sobrecarga: El fusible debe cubrir valores pico de carga en casos de emergencia acorde a los requerimientos operativos de la instalación. Este valor se debe tener en cuenta, ya que el fusible debe permitir estas cargas pico y no interrumpirlas. Esto suele contrarrestar el valor de corriente nominal, aumentando el valor del fusible y disminuyendo la protección del sistema.

- Corriente Inrush de magnetización: Es un valor de corriente elevado que se presenta cuando se energiza un transformador, esta corriente es de un valor más elevado. El fusible debe ser capaz de soportar dicha corriente sin interrumpir el circuito. El valor de dicha corriente está ligado con distintos factores como la potencia del transformador y el valor de corto circuito del sistema.
- Inrush por arranque de carga en caliente: Esta corriente aplica cuando un transformador, es súbitamente desenergizado, al ser desconectado del suministro eléctrico, no se le retira la carga del lado secundario. Entonces en el momento que se vuelve a conectar el transformador a la red de suministro. Es en este momento, que se presta esta “Hot Load Pickup” o corriente por arranque de carga en caliente. El estimado es de 12 a 15 veces el valor de corriente nominal y dura aproximadamente 0.1 segundos. Esta corriente depende, también, depende de los mismos factores que la corriente de “Inrush” ya mencionada.
- Inrush por arranques de carga en frío (Cold Load Inrush): Esta se presenta por sobre corrientes provocadas por la pérdida de diversidad de carga, posterior a una desconexión prolongada (30 minutos o más). Esto es por cargas controladas termostáticamente, o un ciclo de conexión y desconexión aleatorio entre ellas.

### 3.12.5 Coordinación de fusibles

Para dispositivos coordinados en serie, podrían fundirse para una condición de falla dada. Este es uno de los principales fundamentos

Cuando se encuentran debidamente coordinados los fusibles, la fusión del más próximo al corto circuito, deberá liberar la falla abriendo el circuito, evitando de esta manera, que cualquier protección de la subestación. La coordinación se basa en el uso de las curvas, las cuales muestran el tiempo necesario para que un elemento fusible libere o interrumpa un corto circuito.

Un punto que se toma en cuenta muy a menudo para la coordinación es: “El elemento de protección principal de la falla no debe superar el 75% del tiempo de fusión mínima del fusible de respaldo”.

En el caso de combinar el fusible limitador de corriente con un fusible de expulsión, y en su curva cruza el límite de los 0.1 segundo, se debe verificar que la corriente  $I_{2t}$ , se a menor que el mismo parámetro, pero en el fusible de expulsión.

En el caso del mercado se debe tener en cuenta si el fusible es de uso interno o externo, ya que las condiciones de operación dadas por el fabricante deben ser respetadas. Esto para asegurar una operación exitosa en caso de falla.

### 3.13 Conductor de puesta a tierra

Los objetivos que se desean obtener al instalar una puesta a tierra son permitir la descarga a tierra de una corriente de falla a tierra, así como mantener los potenciales producidos por las corrientes de falla dentro de los límites de seguridad y/o asegurar la actuación de los sistemas de protección en el tiempo adecuado, además de vista de seguridad de las personas y del equipamiento. Así como proporcionar el punto de descarga para las carcassas, armazón o instalaciones, y asegurar que los armazones de los equipos estén siempre a potencial de tierra, aun en el caso de fallar en el aislamiento, proporcionar un medio eficaz de descargar los alimentadores o equipos antes de proceder en ellos a trabajos en mantenimiento

En términos generales, podemos decir que la o las puestas a tierra de una instalación eléctrica deberán diseñarse y ejecutarse para satisfacer las prescripciones de seguridad, y los requerimientos funcionales de las instalaciones

Se pueden definir dos tipos de puesta tierra: la puesta a tierra de protección, cuyo objetivo es proteger a las personas o algún ser vivo contra los riesgos derivados de contactos con partes conductoras que, estando no sometidas normalmente a tensión, puedan estar sometidas a tensiones peligrosas como consecuencia de un defecto de aislamiento en las instalaciones. Y las puestas a tierra funcionales que tiene como fin asegurar el correcto funcionamiento del equipamiento eléctrico y permitir un correcto y confiable funcionamiento de la instalación.

**-Conductor de puesta a tierra:** Conductor utilizado para conectar un equipo o el circuito puesto a tierra de un sistema de alambrado al electrodo o electrodos de puesta a tierra.

**-Conductor puesto a tierra:** Conductor de un sistema o de un circuito, intencionalmente puesto a tierra.

**- Electrodo de puesta a tierra:** Objeto conductor a través del cual se establece una conexión directa a tierra.

**-Puesto a tierra:** Conectado (conexión) a tierra o a algún cuerpo conductor que extienda la conexión a tierra.

**-Puesto a tierra eficazmente:** Conectado (conexión) a tierra intencionalmente a través de una conexión o conexiones a tierra que tengan una impedancia suficientemente baja y ampacidad, que prevenga la formación de tensiones peligrosas para las personas o para los equipos conectados.

**-Puesta a tierra sólidamente:** Conectado a tierra sin insertar ningún dispositivo de resistencia o de impedancia.

**-Sólidamente puesto a tierra:** Significa que el conductor puesto a tierra (neutro) lo está sin necesidad de intercalar ninguna resistencia o dispositivo de impedancia.

### **3.13.1 Objetivo de la puesta a tierra en un sistema eléctrico**

El objetivo de la puesta a tierra de un sistema eléctrico o el neutro a tierra es:

- a. Estabilizar la tensión a tierra.
- b. Proveer un camino para que circule la corriente de falla a tierra. La cual permitirá que los dispositivos de protección contra sobre corriente operen para liberar la falla.

El control de la tensión reduce el peligro de las descargas eléctricas con las personas que están en contacto con conductores energizados.

### **3.13.2 Sistemas no puestos a tierra**

Los sistemas eléctricos que funcionan sin una conexión intencional a los conductores del sistema a tierra son generalmente llamados “no Puestos a tierra”. En realidad, estos sistemas, están puestos a tierra a través de capacitancias a tierra.

Cuando el neutro de un sistema no es puesto a tierra, se tiene lo siguiente:

1. Sobretensiones transitorias a tierra que destruyen o perforan el aislamiento de los conductores en los lugares del punto de falla. Entonces la falla en un circuito resulta un peligro para el equipo y puede interrumpir el servicio de otros circuitos.
2. Localización de la falla a tierra, ya que sin conexión a tierra la falla persiste en el conductor.

Encontrar las fallas es un proceso simple, pero a la mitad del día laboral puede suponer un gran problema, tanto detectar la falla como repararla.

Esto ocasionara que la falla persista, el riesgo aumenta, ya que, se puede presentar una segunda falla en la misma línea o de otra fase del sistema a tierra. Pasará a ser una falla de línea a línea provocando que las protecciones de cualquiera de las líneas actúen y ocasionen una desenergización parcial.

Tomando esto, podemos decir que un riesgo de relativa importancia, como lo es una falla a tierra se convierta en una falla con altos valores de corriente como lo es una falla de línea a línea. Cuando el neutro de un sistema no es puesto a tierra, una falla de fase a tierra de una de las fases causara una tensión de línea a línea a través del sistema, entre el terreno natural (tierra) y las dos fases con falla a tierra.

Las pequeñas corrientes provocadas por fallas de fase a tierra se mantendrán circulando a través de las capacitancias, cables, transformadores y otros equipos. Estas corrientes no suelen activar las protecciones de las líneas por lo cual las corrientes continuaran circulando por un largo tiempo en el sistema, provocando daños a la instalación eléctrica.

### **3.13.3 Ventajas de los sistemas puestos a tierra**

1. La primera falla a tierra no detiene el servicio, con una falla presente el sistema puede seguir funcionando con normalidad.
2. Se ahorra el uso de conductores para puesta a tierra. Este punto es a favor y en contra ya que con las normativas actuales se exige la inclusión de un sistema de tierras.

### **Sistemas puestos a tierra**

Los sistemas puestos a tierra emplean algunos métodos de puesta a tierra, el sistema neutro en uno o más puntos.

### **Sólidamente puestos a tierra**

La impedancia de puesta a tierra, puede ser subdividida en: Reactancia de puesta a tierra y neutralizador de puesta a tierra de falla a tierra.

Ventajas del sistema puesto a tierra:

Las ventajas de operación de un sistema eléctrico industrial puesto a tierra comparado con uno que no cuenta con puesta a tierra

- Reduce los costos de operación y mantenimiento.
- Reduce la magnitud de las sobretensiones transitorias.
- Mejora la confiabilidad del servicio.
- Mejora el sistema y el equipo de protección de fallas.
- Mayor seguridad para el personal y el servicio.
- 

Las ventajas de este sistema varían de acuerdo con el nivel de tensión y al tipo de instalación.

### **3.13.4 Objetivo de la puesta a tierra del equipo**

- a) Limitar el potencial entre las partes metálicas no conductoras de electricidad de la instalación en la construcción donde se implemente, con el objetivo de bajar a valores seguros durante la falla o en condiciones normales de operación.
- b) Mantener un valor de tensión estable en toda la instalación.
- c) Proveer una trayectoria segura y de baja impedancia para que circulen las corrientes de falla a tierra.

La puesta a tierra es determinante para los sistemas eléctricos, ya que, al no poseer una trayectoria de baja impedancia segura, las corrientes de falla en trayectorias de alta impedancia, como lo pueden ser tuberías y sus uniones. En este caso, si se presenta una corriente de falla y la tubería no está sólidamente conectada a tierra, ocasionara un alto valor de voltaje y por consecuencia la posible aparición de un arco

voltaico, el riesgo aumenta si la tubería se encuentra cerca de gases o líquidos inflamables.

Esto es de vital importancia recordando que un sistema que no posee puesta a tierra continúan operando con la falla presente. Sin los equipos adecuados un trabajador podría acceder a la instalación cuando una corriente de falla este presente y sufrir un accidente que podría ir desde quemaduras externas hasta la muerte.

La puesta a tierra está compuesta:

1. Electrodo de puesta a tierra.
2. Conductor del electrodo de puesta a tierra.
3. Conductor de puesta a tierra del equipo.
4. Puente de unión principal.
5. Puente de unión al sistema.

### **3.13.5 Capacidad adecuada del conductor y protección para la puesta a tierra**

El conductor debe ser capaz de conducir el valor total de la corriente de falla a tierra sin disminuir su vida útil y características como conductor eléctrico.

El correcto diseño y cálculo del conductor de falla a tierra, acorde a la Normatividad vigente, disminuye la probabilidad de incendios por fallas eléctricas en el inmueble o estructura.

De la misma forma se debe instalar el correcto la protección más adecuada para poder liberar la falla de manera más rápida y segura, esto en conjunto con una eficaz trayectoria de puesta a tierra ayudaran a la instalación.

### **3.13.6 Naturaleza de un electrodo de puesta a tierra**

La resistencia de un electrodo de puesta a tierra que sirve para que pase a través de él la corriente eléctrica. Actualmente consta de 3 elementos:

1. La resistencia del electrodo y sus respectivos conectores.
2. La resistencia entre el electrodo y la tierra donde se encuentra.
3. La resistencia del terreno.

Las varillas de acero con cubierta de cobre, el electrodo empotrado en cemento, el anillo de tierra, etc. Son comúnmente utilizados en sistemas de electrodos de puesta a tierra. La sección transversal de tal electrodo debe corresponder a una que cumpla con un valor de resistencia menor que el total del sistema de tierra.

La resistencia entre el electrodo y el terreno alrededor de este es muy baja. Por ejemplo, si el electrodo no está impregnado con ningún otro material y el terreno alrededor de este está bien compactado el valor de resistencia es despreciable. Y aun si el acero se encuentra oxidado, lo cual es muy difícil, si el terreno se encuentra húmedo el valor de resistencia es lo suficientemente bajo para ser aceptable como puesta a tierra. Aunque si el óxido no se encuentra en dicha situación, el valor de la resistencia a tierra variara.

En un terreno donde la tierra disponga de una resistividad uniforme, todas las corrientes que lleguen al electrodo se dispersaran de manera uniforme en el terreno. Conforme nos alejamos del electrodo de puesta a tierra los valores de resistencia bajaran, permitiendo una mejor liberación de estas corrientes, es por esto, que se debe dejar un espacio suficiente cuando se agregan más electrodos para que estos no afecten entre si la resistividad del terreno para las descargas de corrientes a tierra.

Por lo general, el valor de resistencia del terreno será mayor al de los tres componentes que forman la resistencia de una conexión a tierra. Este valor dependerá del tipo de terreno, del contenido de humedad y de la temperatura. El valor de la resistividad del terreno puede ir de 50 a 50 000 Ohms-cm.

Alrededor del electrodo, la resistencia de la tierra es la suma de las capas virtuales de la tierra que se encuentran hacia el exterior del electrodo de puesta a tierra. El valor de resistencia del electrodo de puesta a tierra según la NOM-001-SEDE-2012 y el NEC-2014, debe estar comprendido entre 0 y 25 Ohm, si este valor se supera se deberán agregar electrodo hasta llegar al valor de las normas.

### **3.13.7 Como instalar un buen electrodo de puesta a tierra**

Cuando se ha instalado el electrodo y el valor medido de resistencia no cumple con el requerido por la instalación, se tiene varias opciones para disminuir el valor de resistencia final: utilizar un electrodo de mayor longitud en el terreno, utilizar múltiples electrodos de puesta a tierra o dar un tratamiento a la tierra.

Si se utilizan varios electrodos de puesta a tierra será semejante a un esquema de dos resistencias en paralelo en un circuito, aunque esto no aplica de la misma forma. Para dos electrodos de puesta a tierra la reducción será de un 60%, para tres electrodos será de 40% y para cuatro electrodos de un 33%. Cuando se utilizan varios electrodos en paralelo, la distancia entre electrodos debe ser igual a la longitud de estos, por ejemplo, un electrodo de 3 mts. Deberá estar separado por esta misma distancia del siguiente, logrando un 60% en la reducción de la resistencia, pero si alejamos este mismo electrodo a 6 mts. La reducción será solo de 50%.

La resistencia a tierra de un electrodo puede calcularse y medirse, tomando en cuenta los valores requeridos por la NOM-001-SEDE-2012 y el NEC-2014, el cual debe estar en 25 ohms o menos.

La fórmula simplificada fue propuesta por H. B. Dwight, esta fórmula simplificada para un electrodo con una precisión del 15% de resistencia de una varilla de diámetro 5/8" (16 mm) y longitud de 3 mts. (10 ft), en un terreno de resistividad uniforme.

$$Rg(\text{varilla})(\Omega) = \frac{\rho(\Omega\text{s} - \text{cm})}{2898} \text{cm}$$

Fórmula 18 Resistencia del electrodo.....[18]

Se presenta una regla para el valor de resistencia en configuración que van de 2 a 24 varillas espaciadas la longitud de estas ya sea en forma lineal, triangular, circular o cuadrada, resultara en un valor de resistencia dividida entre el número de varillas multiplicada por el factor (F):

Tabla 23. Valores útiles para la configuración de múltiples electrodos a tierra

Número de varillas	Factor (F)
2	1.16
3	1.23
4	1.36
8	1.68
12	1.80
16	1.92
20	2.00
24	2.16

La fórmula dada por H. B. Dwight:

$$R = \frac{\rho}{2\pi} L \left( \frac{\ln 4L}{a} - 1 \right)$$

Fórmula 19. Resistencia para una varilla.....[19]

Donde:

- R= Resistencia en ohms.
- L= Longitud de la varilla en cm.
- A= radio de la varilla en cm.
- ρ= resistividad del suelo en Ohms-cm.

Para un anillo de tierra con conductora una profundidad  $s/2$ :

$$R = \frac{\rho}{2\pi^2} D \left( \ln \frac{8D}{d} + \ln 4D/s \right)$$

Fórmula 20 Ecuación para anillo de tierra con conductor ... .. [20]

Donde:

- R= Resistencia en Ohms.
- L= Longitud de la varilla en cm.
- D= Diámetro del anillo de tierra.
- d= Diámetro del conductor en cm.
- s= Distancia del conductor a la imagen.
- $\rho$ = Resistividad del suelo en Ohms-cm.

### 3.13.8 Tratamiento del terreno

El tratamiento del terreno es una buena opción cuando el terreno presenta una alta resistividad, esto especialmente en terrenos rocosos o muy duros. Se deberá considerar el efecto corrosivo sobre el electrodo; el sulfato de magnesio, el sulfato de cobre y la ordinaria roca de sal no son corrosivos.

El mejor de los materiales es el sulfato de magnesio, ya que es el menos corrosivo, aunque la roca de sal es la más barata y de mayor facilidad para su implementación alrededor de la trinchera.

Estos tratamientos no son una solución permanente para el valor de resistencia del terreno, dependiendo de distintos factores como: la porosidad del terreno, el drenaje natural y la lluvia, el tratamiento se tendrá que renovar. En épocas severas es necesario repetir el tratamiento.

Pero la mayor ventaja de los tratamientos, es que mantiene el valor de resistencia estable durante todo el año (siempre teniendo en cuenta que el tratamiento es correcto y se supervisa que se mantenga en buenas condiciones). Ya que en un terreno sin tratamientos la resistividad varía en época de lluvias y de sequías.

### 3.14 Método de medición de la resistencia a tierra de un electrodo de puesta a tierra

Para calcular la resistencia de los sistemas de puesta a tierra se tiene la siguiente fórmula general:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

Fórmula 21. Resistencia a tierra de los electrodos.....[21]

Donde:

- $\rho$  = Resistividad del terreno en Ohms-cm.
- $L$  = Longitud en metros.
- $A$  = Área de la sección transversal en m<sup>2</sup>.

Esto sin olvidar que ahí más factores que interceden en el valor de la resistividad del terreno como: la resistividad variara inversamente con la temperatura del terreno y directamente con la humedad del terreno y la profundidad del sistema a tierra.

Por estos factores es recomendable medir la resistencia a tierra por un método directo una vez terminada la instalación del sistema de tierras, además de también medir la resistencia tierra de cada uno de los electrodos.

Los principios de la medición de resistencia del terreno con básicamente los mismo que para cualquier otra resistencia. Es importante que mientras se instala el sistema de tierras se lleven a cabo mediciones, además de mediciones periódicas durante un año. Al menos 2 mediciones son necesarias durante el año, una en época de lluvias y otra en la época más seca del año.

Si la varilla 2 varia su distancia entre las varillas 1 y 2, se podrán obtener diferentes lecturas de

$$R = \frac{E}{I}$$

Fórmula 21. Ley de Ohm.....[22]

Si se grafican estos valores, moviendo la varilla 2 cada vez más cerca de la varilla 1, se notará un decremento en la resistencia, pero también se podrá notar como en la figura que el valor de resistencia se mantiene sin grandes cambios en un rango determinado, esto será tomado como el valor de resistencia constante.

Las líneas de tierra entre 1 y 2, adicionan muy poco a la resistencia total. Vemos que, si repetimos el proceso acercando la varilla 2 a la 3, el valor de la resistencia aumentara bruscamente entre más próximas están las varillas.

Con esta misma prueba podemos saber el valor de la resistencia de la varilla, lo podemos lograr si tomamos la varilla 3 como corriente de referencia  $C_2$  y la varilla 2 como tensión de referencia  $P_2$ .

La forma correcta de obtener este valor es colocando la varilla P<sub>2</sub> al 62% de la distancia que existe entre la varilla 1 y la 3 o C<sub>2</sub>. Como se puede ver en la gráfica, para una distancia de 3 metros entre la varilla 1 y la 3, el 62% de la distancia sería 1.86 m, esta distancia marca el punto donde se debe colocar la varilla 2 para poder conocer el valor de resistencia del electrodo de puesta a tierra.

Para evitar interferencias en los radios de descarga de los electrodos influyan en las mediciones se recomienda que la distancia entre la varilla 1 (electrodo de tierra) y la varilla 3 (C<sub>2</sub>), sea de 5L (con L como la longitud del electrodo), por ejemplo, para un electrodo (varilla 1) de 3 m, se recomienda poner C<sub>2</sub> (varilla 3) a una distancia de 15 m (5\*L=>5\*3=15). Y para obtener el valor de resistencia del electrodo de puesta a tierra tendríamos que para un electrodo de 3m, la distancia entre electrodo y C<sub>2</sub> sería de 15 m (5\*3=15), y para la distancia de P<sub>2</sub> sería 15\*0.62= 9.3 m, para poder conocer el valor de la resistencia de este electrodo hipotético.

Referenciando a la NOM-022-STPS-2015, para México, exige mediciones de los sistemas de tierras al menos una vez al año. La NOM exige los siguientes valores:

Tabla 24 Valores exigidos en la NOM-022-STPS-2015

Sistema	Resistencia
Electrodos de puesta a tierra	0 a 10 Ω

Aparte la normatividad requiere de la gráfica resultante de las mediciones indicadas a continuación: la varilla de prueba 3 se debe colocar a 20 metros del electrodo bajo prueba, mientras que la varilla 2 cambiara acorde a la siguiente tabla:

Tabla 25. Distancias para graficar la resistencia del electrodo.

No. De Medición	Varilla 2 Distancia medida desde el electrodo bajo prueba
1	1
2	4
3	7
4	10
5	13
6	16
7	19

Con esto valores (resistencia en el eje Y y distancias en el eje X) en la gráfica se determinará como el valor de resistencia el punto donde los valores de resistencia creen una línea paralela al eje X.

### 3.14.1 Método de 2 Puntos o método directo

Es un método de los más simples para obtener el valor de resistencia a tierra de un electrodo, entre menor sea el valor de resistencia medida, mejor será la calidad de conexión al sistema de tierra.

Este método se utiliza cuando no existe un terreno natural donde enterrar las varillas 2 y 3, siempre tomando en cuenta los siguientes puntos:

1. La tubería de agua deberá estar en contacto con el suelo y tener una baja resistencia.
2. La tubería deberá ser metálica y sin aislante en sus conexiones
3. La tubería deberá estar fuera del alcance normal de un electrodo (alcance igual a un radio de la misma longitud que la varilla).

Este método solo es de última opción ya que, como es evidente, se pueden obtener lecturas erróneas. Otra posible manera de aplicar esta lectura es colocando la varilla del instrumento de medición sobre el concreto y vaciar un poco de agua sobre el.

Tabla 26. Relación del conductor de acometida con el conductor al electrodo

Tamaño del mayor conductor de entrada o área equivalente para conductores en paralelo				Tamaño del conductor al electrodo			
Cobre		Aluminio		Cobre		Aluminio	
mm <sup>2</sup>	AWG o Kcmil	Mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil	mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil	mm <sup>2</sup>	Awg o kcmil
33.6 o menor	2 o menor	53.50 o menor	1/0 o menor	8.37	8	13.3	8
42.4 a 53.5	1 o 1/0	67.40 a 85	2/0 o 3/0	13.3	6	21.2	4
57.4 a 65	2/0 o 3/0	107 a 127	4/0 o 450	21.2	4	33.6	2
Más de 65 a 177	>3/0 o 350	>127 a 253	>250 a 500	33.6	2	53.5	1/0
Más de 177 a 304	>350 o 600	>253 a 456	>500 a 900	53.5	1/0	85	3/0
304.1 a 557.38	>600 o 1100	>456 a 887	>900 a 1750	67.4	2/0	107	4/0
>557.38	> 1100	>887	>1750	85	3/0	127	250

Cuando no hay conductores de acometida se deberá tener en cuenta el máximo calibre que requeriría la cometida de dicha instalación y seleccionar el de tierra.

Tabla 27. Calibre para de tierra a partir de la capacidad de las protecciones.

Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc. Sin exceder de (A)	Tamaño			
	Cobre		Aluminio	
	mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil	mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil
15	2.08	14	-	-
20	3.31	12	-	-
60	5.26	10	-	-
100	8.37	8	-	-
200	13.3	6	21.2	4
300	21.2	4	33.6	2
400	33.6	2	42.4	1
500	33.6	2	53.5	1/0
600	42.4	1	67.4	2/0
800	53.5	1/0	85	3/0
1000	67.4	2/0	107	4/0
1200	85	3/0	127	250
1600	107	4/0	177	350
2000	127	250	203	400
2500	177	350	304	600
3000	203	400	304	600
4000	253	500	380	750
5000	355	700	608	1200
6000	405	800	608	1200

## **Capítulo 4. Aspectos técnicos y económicos para la instalación del mercado**

#### 4.1 Presupuesto

Si bien es cierto que muchos de los contactos actualmente instalados en el mercado están en servicio, se tiene que tener en cuenta que los contactos nuevos deben cumplir con el artículo 406-3 y se consideran de acuerdo al artículo 406-4 de la NOM-001-SEDE-2012.

Todos los contactos deben estar puestos a tierra tal como se indica en los artículos mencionados, es por esto que la idea de cambiar los contactos y reducirlos en el mercado está mucho más que comprendido dentro de la reingeniería asegurándose de que todos los contactos tengan los medios de la clavija siguiente:



FIGURA 33 Contacto con terminal de puesta a tierra

A continuación, se enlistan los beneficios de este tipo de contacto y ventajas del sistema de puesta a tierra

En una instalación eléctrica moderna es imprescindible contar con una conexión a tierra apropiada, no sólo para incrementar la vida útil de los equipos conectados, sino también para resguardar la vida de las personas.

-Es probable que nos preguntemos ¿para qué sirve poner una instalación a tierra? Lo más sencillo es ejemplificarlo de la siguiente manera, cuando hay alguna falla en todos los aparatos eléctricos existen electrones que quieren huir del interior de los conductores. Como el cuerpo humano es capaz de conducir electricidad, si una persona se encuentra en contacto con estos equipos estará sujeta a sufrir un choque eléctrico que puede ser sólo un “toque” o, hasta provocar graves daños al organismo, incluso la muerte.

-Un concepto básico de la protección contra choques eléctricos es que los electrones no deben pasar por la persona. Como un hilo de cobre es un millón de veces mejor conductor que el cuerpo humano, si le ofrecemos a los electrones dos caminos por los cuales circular (siendo uno el cuerpo y el otro un cable), la mayoría de ellos circulará por el cable o hilo, minimizando los efectos de un daño en la persona. Este hilo, por el cual circularán los electrones que escapan de los aparatos, es llamado cable a tierra.

-La función del cable a tierra es recoger electrones “fugitivos”, aunque muchas veces las personas se olvidan de su importancia para la seguridad. Por ejemplo, un automóvil, es posible hacerlo funcionar y nos transportará al lugar deseado, usando o no el cinturón de seguridad. Sin embargo, los riesgos relativos a la seguridad en caso de accidentes aumentan mucho sin él. Lo mismo sucede con instalar un cable a tierra en un hogar.

Por tales motivos es importante llamar a un especialista en instalaciones eléctricas, el cual nos dirá si nuestra instalación está protegida o requiere la instalación a tierra.

La instalación del hilo a tierra es un seguro para tu instalación eléctrica y sobre todo para los habitantes de tu hogar que pueden estar expuestos a una descarga eléctrica. (Casa Segura, s.f.)

- seguridad para el equipo y usuarios
- garantía para las instalaciones
- mayor agarre en los contactos sobre el área

En el mercado existe un sinfín de productores de contactos tales como SIMON,BTICIONO,VOLTECH,SAMY,IUSA,SCUDETTO,VOLTECK,LUCEK,AKSI,COOPER,LEVITON,SCHNEIDER ELECTRIC. que de acuerdo a los beneficios citados con anterioridad se busquen los contactos y proveedores necesarios que satisfagan lo requerido de tal manera que:

Tabla 28 Listado de contactos con características aceptables

Marca	Precio	Oferta o promoción	Nivel de confianza	Tienda
SIMON	46	NO	ACEPTABLE	FERRETERIA LOCAL
BTICINO	56	NO	ACEPTABLE	FERRETERIA LOCAL
BTICINO	55	NO	ACEPTABLE	TIENDA ESPECIALIZADA
VOLTECK	50	NO	ACEPTABLE	FERRETERIA LOCAL
LUCEK	54	NO	ACEPTABLE	TIENDA ESPECIALIZADA
AKSI	40	NO	REGULAR	TIENDA ESPECIALIZADA
LEVITON	35	NO	ACEPTABLE	HOME DEPOT
SCHNEIDER ELECTRIC	51	NO	ACEPTABLE	HOME DEPOT

Los anteriores contactos listados fueron escogidos debido a que ya poseen la caratula y la tornillería necesaria para el remplazo de los contactos actuales, además tienen los dos contactos en la caratula de forma frontal, característica que presenta mayor y mejor sujeción.

De lo anterior se desprende que el contacto de SIMON es una gran opción debido a que su calidad es aceptable y el precio es el más bajo por lo que

Contacto SIMON \$46 c/u X 1014 locales=\$46,644

Costo de instalación \$20 por cada uno X 1014=\$20,280

Costo total =\$46,644 + \$20,280=\$66,924

*Tabla 29 Costo del cambio de contacto en la reingeniería y adaptación tecnológica sin impuestos.*

Materia prima	Mano de obra	Beneficio	Costo total
\$46,644	\$20,280	-Sujeción mayor -Seguridad en la terminal puesta a tierra -Costo bajo y buena calidad -estética apreciable	\$66,924

## **4.2 Costo beneficio conductores y canalización**

Una instalación bien diseñada otorga un sin fin de beneficios tanto para el usuario como para los responsables del mercado. Un buen cálculo de conductores eléctricos es de suma importancia para la seguridad del inmueble. Ya que, si no se escoge un conductor adecuado a los requerimientos del sistema, pueden ocurrir accidentes fatales. Ya que un conductor erróneo en una instalación puede provocar un incendio debido al sobrecalentamiento que ocurriría en un conductor demasiado pequeño para la corriente que circula por él. Una parte importante que se tomó en cuenta es la marca de los conductores, ya que no todos los conductores cumplen con los requerimientos necesarios establecidos (NOM-j-12), es por esta razón que se tomaron en cuenta una gama de marcas y precios diferentes. Se evaluó cual era la mejor opción, uno de los principales factores fue el precio, se cotizo con diferentes distribuidores para verificar si había algún beneficio, como podría ser descuento en el precio final o algún acuerdo para que el envío del equipo corra por cuenta del distribuidor.

Los fabricantes de conductores eléctricos que se tomaron en cuenta fueron: condumex, Kobrex, Condulac; Argos, lusa y Viakon. Se cotizo con diferentes proveedores de materiales eléctricos.

Se realizó un análisis de los proveedores detallando las marcas de conductores que ofrece, el precio en el que cada proveedor ofrece los conductores, si cuentan con la cantidad suficiente para cubrir la demanda del pedido, y en caso de no contar con el material solicitado tener en cuenta en cuanto tiempo pueden cubrir con la demanda, condiciones de pago y plazos de entrega.

Se tomaron en cuenta los siguientes distribuidores para cotizar el precio del tramo de 10m de las diferentes marcas de conductores.

### **Distribuidor Procables**

Dirección: Av. observatorio 227, América, 11000 CDMX

Teléfono: 5510-9033

### **Distribuidor Santiago S.A. de C.V.**

Dirección: Eje 8 sur 1681, Iztapalapa, San miguel

Teléfono: 5685-4040

### **Distribuidor Euro Eléctrica Ecatepec**

Vía Morelos 10, Cuauhtémoc Xalostoc

Teléfono: 5445-2314

## Distribuidor Tamex

Dirección: Calle Roberto Fulton 2, San Lorenzo, 54000 Tlalnepantla

Teléfono: 5565-7555

En las siguientes tablas se muestra la cotización de los diferentes calibres de cable de 100m, así como el precio y si es q existe alguna promoción y el tiempo de entrega

Tabla 30 Cotización del precio de conductores de diferentes distribuidores calibre 12AWG

Proveedor	Precios conductores 12 AWG 100m				Oferta	Tiempo de Entrega
	condumex	condulac	IUSA	Viakon		
Procables	724.12	600	585	750	ninguna	1 Dia
Santiago	700	615	580	740	ninguna	2 Dia
Euro	738	630	600	758	ninguna	2 dias
Tamex	730	610	610	755	ninguna	1 Dia

Tabla 31 Cotización del precio de conductores de diferentes distribuidores calibre 10AWG

Proveedor	Precios conductores 10 AWG 100m				Oferta	Tiempo de Entrega
	condumex	condulac	IUSA	Viakon		
Procables	1144.22	950	937	1170	ninguna	1 Dia
Santiago	1110	980	950	1200	ninguna	2 Dia
Euro	1123	1010	960	1200	ninguna	2 dias
Tamex	1130	990	955	1180	ninguna	1 Dia

Tabla 32 Cotización del precio de conductores de diferentes distribuidores calibre 8AWG

Proveedor	Precios conductores 8 AWG 100m				Oferta	Tiempo de Entrega
	condumex	condulac	IUSA	Viakon		
Procables	1720	1668	1690	1630	ninguna	1 Dia
Santiago	1700	1650	1680	1650	ninguna	1Dia
Euro	1750	1620	1600	1680	ninguna	2 Dias
Tamex	1710	1655	1610	1660	ninguna	1 Dia

El precio que se muestran en las tablas anteriores no contempla el I.V.A. y la cotización fue realizada el día 9 de Agosto del 2019.

En la siguiente tabla se muestra el precio que costara comprar todo el conductor necesario para la instalación eléctrica.

El proveedor que se tomó en cuenta para los calibres de conductores de 12 y 10 AWG fue distribuidora Santiago, debido a que se optó por usar cable IUSA y esta distribuidora ofrecía los costos más económicos de las distribuidoras que se contemplaron.

Tabla 33 Costo total de conductores por tablero

Tablero	Metros de cable	Calibre 12	Calibre 10	Calibre 8	Calibre 6	Calibre 4	Calibre 2
		Cable IUSA					
1	3830	232	288	854	1736	150	570
2	651	516	135	0	0	0	0
3	3224	770	1922	416	116	0	0
4	4311	148	2350	1049	764	0	0
5	2524	1158	140	492	244	490	0
Total (m)	14540	2824	4835	2811	2860	640	570
Tablero	Precio del cable	Precio	Precio	Precio	Precio	Precio	Precio
		Calibre 12	Calibre 10	Calibre 8	Calibre 6	Calibre 4	Calibre 2
1	110048.38	1533.52	3188.16	14330.12	46490.08	6316.5	38190
2	4905.21	3410.76	1494.45	0	0	0	0
3	36453.2	5089.7	21276.54	6980.48	3106.48	0	0
4	65054.92	978.28	26014.5	17602.22	20459.92	0	0
5	44628.16	7654.38	1549.8	8255.76	6534.32	20633.9	0
Total (\$)	261089.87	18666.64	53523.45	47168.58	76590.8	26950.4	38190

Las canalizaciones y tuberías eléctricas son todos aquellos dispositivos que son empleados en las instalaciones eléctricas, se encargan de proteger los conductores contra el deterioro mecánico y la contaminación, además de proteger las instalaciones contra incendios (FARADAYOS Tecnología eléctrica, 2018).

Una parte importante de la instalación eléctrica del mercado es cumplir con los requerimientos necesarios para poder ser aprobados por CFE. Para ellos es necesario que los conductores vayan canalizado por tubería conduit certificada, esto con el fin de proteger la instalación del inmueble así como los usuarios de este.

Se tomaron en cuenta los mismos distribuidores que se contemplaron para los conductores eléctricos. En la siguiente tabla se muestran los resultados

Tabla 34 Precio de tramo de 3m de tubería conduit .

Tuberia	Precio de tuberia		
	Rymco	Rawelt	B&K
1/2"	65.97	70.65	67.45
3/4"	88.41	93.56	90.68
1"	159.74	168.62	163.96
1 1/4"	229.95	239.52	236.36

Se optó por comprar la tubería conduit con el distribuidor Tamex, la marca de tubería que se adquirirá será Rymco.

Tabla 35 Precio de la tubería conduit

Tablero	Precio de tubería			
	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"
1	4507.95	2829.12	12032.24	17016.3
2	7058.79	0	0	0
3	5057.7	6689.69	7613.32	0
4	2440.89	1149.33	23798.28	5365.5
5	4507.95	5334.07	6761.48	5902.05
Total	23573.28	16002.21	50205.32	28283.85
Total	118064.66			

Teniendo los costos de los materiales que se utilizara es necesario contemplar la mano de obra. En la siguiente tabla se muestra los costos finales.

Tabla 36 Costo de conductores y canalización eléctrica

Precio conductores	Precio tubería	Mano de obra	Total
261,089.87	118,064.66	120000	499,154.53

Precio sin impuestos

#### 4.3 Presupuesto de luminarias para el mercado.

Para la implementación de luminarias en el mercado se tomaron en cuenta lámparas fluorescentes, ya que de acuerdo a lo visto en la tabla del capítulo 2, las lámparas LED continúan siendo alternativas más caras que las fluorescentes. En el caso del mercado público, donde se busca la mayor eficiencia al menor precio, las lámparas LED no justifican los precios de \$246.<sup>32</sup> (precio tomado de la página de Tecno Lite, con el cambio de divisa tomado de la página de Banamex el día 29/06/2017), contra los \$90.<sup>60</sup> de una lámpara fluorescente de similar potencia. Otro defecto por el cual no se eligieron las lámparas de tecnología LED, es debido al deslumbramiento que provoca este tipo de luz, y ya que uno de los propósitos de este trabajo es promover la comodidad de los clientes, el tipo de luz emitida por los LED nos daría el efecto contrario al causarles molestias en los ojos.

La implementación de las lámparas LED en sitios con esos niveles de contaminación y el poco mantenimiento que se les puede dar, disminuiría su vida útil, tomando en cuenta que las lámparas fluorescentes están más que probadas para este tipo de servicios nos da como resultado una mejor plus valía de las lámparas fluorescentes sobre las LED.

Para las luces de pasillo la cotización es la siguiente:

Tabla 37 Cotización de lámparas por unidad

Distribuidor	Modelo y características	Precio unitario	Cantidad	Total
Home Depot	Lámpara T8 Phillips 32 w	\$75. <sup>00</sup>	120	\$9 000. <sup>00</sup>
Alcione	Lámpara T8 OSRAM 32 w	\$80. <sup>00</sup>	120	\$9 600. <sup>00</sup>
Tamex	Lámpara T8 Phillips 32 W	\$92. <sup>00</sup>	120	\$11 400. <sup>00</sup>
Santiago	Lámpara T8 OSRAM 32 W	\$24. <sup>23</sup>	120	\$2 907. <sup>60</sup>
Tecno Lite	Lámpara T8 G30T8 30 W	\$119. <sup>00</sup>	120	\$14 399. <sup>00</sup>

La opción anterior serviría si se desea aprovechar las luminarias con las que ya cuenta el mercado, ya que solo se cotizan las lámparas. Esto sería una ventaja ya que las luminarias ya existentes se podrían limpiar y/o pintar para disminuir los costos de la renovación

Para el gabinete con todo y lámparas se tendrían los siguientes precios:

Tabla 38 Precios de luminarias.

Distribuidor	Modelo y características	Precio unitario	Cantidad	Total
Home Depot	Shoplite 2 x 32 W	\$259. <sup>00</sup>	60	\$15 540. <sup>00</sup>
Alcione	MAGG 2 x 32 W	\$300. <sup>00</sup>	60	\$18 000. <sup>00</sup>
Tamex	Tecno Lite 2 x 32W	\$320. <sup>00</sup>	60	\$19 200. <sup>00</sup>
Santiago	MAGG 2 x 32 W	\$280. <sup>00</sup>	60	\$16 800. <sup>00</sup>

Para las lámparas utilizadas en la iluminación de los locales y de los productos de cada puesto, se contemplan los siguientes precios:

Tabla 39 Precios de luminarias para locales y mercancía.

Distribuidor	Marca y características	Precio Unitario	Cantidad	Total
Home Depot	OSRAM 15 W	\$150. <sup>00</sup>	1 000	\$150 000. <sup>00</sup>
Alcione	Tecno Lite 18 W	\$130. <sup>00</sup>	1 000	\$130 000. <sup>00</sup>
Tamex	MAGG 18 W	\$135. <sup>00</sup>	1 000	\$135 000. <sup>00</sup>
Santiago	MAGG 18 W	\$137. <sup>00</sup>	1 000	\$137 000. <sup>00</sup>

Con estas cotizaciones se procederá a decidir cuál de los proveedores es la mejor opción para los requisitos y la economía del mercado, de tal manera que la recuperación de la inversión sea lo más pronta posible.

Tabla 40 Precios de luminarias por tablero.

Tablero	Luminarias	Precio de luminarias	Luminarias	Precio de luminarias	Luminarias por locales y mercancía por tablero	Precio de luminarias de locales y mercancía	Total precio por tablero
1	120	75	60	300	1000	130	157000

Tabla 41 Presupuesto de cambio de luminarias

Total de luminarias	45%mano de obra	total
157000	70650	227650

$$\$157,000.00 + \%45 \text{mano de obra} = \$227,650.00$$

Con estas cotizaciones se procederá a decidir cuál de los proveedores es la mejor opción para los requisitos y la economía del mercado, de tal manera que la recuperación de la inversión sea lo más pronta posible.

$$\$9000.00 + \$18000.00 + \$130000.00 = \$157000.00$$

$$\$157,000.00 + \%45 \text{mano de obra} = \$227,650.00$$

#### 4.4 Presupuesto general del proyecto

Tabla 42 Presupuesto general del proyecto

Presupuesto contactos	\$46,644.00
Presupuesto conductores y canalizaciones	\$379,153.66
Presupuesto luminarias	\$157,000.00
Mano de obra	\$170,000.00
Total sin impuestos	\$752,797.00
Impuestos(IVA)	\$120,447.62
Total	\$873,244.62

#### 4.5 Tiempo de aplicación del proyecto.

Se tiene considerado un tiempo de entrega del proyecto de 6 meses considerando la siguiente:

- 10 técnicos instaladores, 15 ayudantes generales
- El mercado dividido en cuatro secciones
- El alcance definido únicamente a los tableros de distribución

#### 4.6 Costo beneficio general

Costo de energía total anualmente.

El costo de la energía actualmente en el mercado se determinará con la siguiente fórmula

$$CE = (\text{horas de operación})(\text{potencia})(\text{tarifa de energía})$$

Fórmula 23. Costo de energía.....[23]

Considerando que se laboran los 365 días del año y que la carga es constante el número de horas anualmente es de 8760 hrs.

Se tiene lo siguiente:

$$CE = (8760\text{hrs})(178.75\text{kW})(\$3.14) = \$4,916,769$$

Nota: El costo anterior es el costo anual de la instalación actualmente, el pago de la energía es dinero del erario público, y la tarifa aplicada es la tarifa 5 para servicios públicos.

Para la aplicación de este proyecto el costo anual sería el siguiente:

$$CE = (8760\text{hrs})(140.49\text{kW})(\$3.14) = \$3,864,374.13$$

El cambio de potencia es lo más significativo ya que el uso de lámpara ahorradoras facilita un ahorro evidente en el consumo de las cargas.

Para el obtener el factor de costo beneficio es necesario ver esa diferencia de potencia comparado con el costo de la instalación con la siguiente formula:

$$\text{Factor de Costo Beneficio} = \frac{\text{Diferencia de ahorro}}{\text{Costo de proyecto}}$$

Fórmula 24. Factor costo beneficio.....[24]

Donde:

$$\text{Diferencia de ahorro} = CE_{ACTUAL} - CE_{PROYECTO INSTALADO}$$

factor costo beneficio<1: el proyecto no es factible debido a que la diferencia de ahorro es mayor que el costo del proyecto y los beneficios se proyectarían a largo plazo.

factor costo beneficio>1: la propuesta es rentable debido a que la diferencia de ahorro es menor que el costo del proyecto y los beneficios se proyectan al corto plazo.

factor costo beneficio=1: la propuesta es rentable debido a que la diferencia de ahorro es igual que el costo del proyecto, pero los beneficios no se proyectan al corto plazo.

entonces sustituyendo los valores en la fórmula 22 se tiene:

$$\text{Factor de Costo Beneficio} = \frac{(\$4,916,769 - 3,864,374.13)}{\$873,244.62} = \frac{\$1,052,394.87}{\$873,244.62} = 1.205$$

Finalmente se observa que se tiene un factor de costo beneficio mayor a uno con lo cual la rentabilidad de esta propuesta es factible con beneficios al corto plazo.

Lo anterior se demuestra con la diferencia el tiempo de recuperación a corto plazo

## **Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones**

## 5 Conclusiones y recomendaciones

La regulación del consumo de energía eléctrica en establecimientos públicos es esencial para el mejor aprovechamiento de esta en estos tipos de instalaciones además cabe mencionar que no se busca privatizar el consumo de energía eléctrica en los mercados públicos.

Es necesario considera a los establecimientos públicos (mercados) como instalaciones especiales con el fin de establecer estándares en estos.

Las norma vigentes no aclaran o especifican los diferentes giros que hay en un mercado lo cual los vuelve vulnerables ante los nuevos modelos de mercado.

Acorde a los nuevos parámetros y medidas de seguridad establecidos en la Normas Oficiales Mexicanas, ANCE y otras aplicables a instalaciones eléctricas y sus elementos, hemos propuesto los contactos, apagadores y luminarias que satisfagan de mejor manera las necesidades de los locatarios.

La implementación de estos elementos respetando los puntos que crean una instalación segura, confiable, accesible y acorde a las capacidades económicas del contratista. Respetar cada uno de estos puntos les brindara a los locatarios y usuarios la mejor calidad de trabajo, asegurándoles un funcionamiento total de sus máquinas y equipos necesarios para el día a día. Sin detener sus actividades por la necesidad de un arreglo de emergencia en algún contacto o apagador, así como evitar incidentes, ya que como sabemos, un elemento eléctrico en mal estado puede causar desde una descarga para el usuario hasta un incendio. Está propuesta proyecta una instalación confiable para el tiempo de vida mencionado en la NOM-002. Incluyendo únicamente los mantenimientos pertinentes para conservar la fiabilidad de la instalación.

Es importante mencionar que para mantener las instalaciones eléctricas en su mejor estado es de vital importancia un plan de mantenimientos preventivos, en un lapso acorde a las demandas de cada local, esto les asegura a los locatarios la vida y funcionamiento de su instalación eléctrica. En conjunto a los planes que se entregan en este proyecto, se debe tener en mente que las condiciones de cada local influirán en el estado que conserve cada elemento. La presente propuesta toma en cuenta las condiciones a las que se estarán expuestas, esto sin dejar de lado que la mejor manera de mantener en total funcionamiento es un trabajo continuo.

El implementar nuevas tecnologías cuyo principal objetivo es el ahorro de energía así como una reingeniería en los tableros de distribución evita el exceso de consumo de energía eléctrica y por ende un mejor aprovechamiento de esta.

El recambio de las lámparas permitirá al mercado tener una iluminación de mayor calidad, con el avance en la tecnología, también se consigue una vida útil más alta dando una mejor utilidad por lámpara al mercado. Esto también permitirá el recambio de las antiguas balastos, por los nuevos balastos electrónicos de menor tamaño, lo cual facilita la instalación de los mismos.

Por el punto de la iluminación dedicada especialmente a los productos de los locatarios, como sabemos el tipo de luz adecuado ayuda a aumentar el interés de las personas en ciertas cosas o hacer lucir de mejor manera los productos. Esta iluminación complementara de manera correcta la iluminación del local, evitando la necesidad de que los locatarios hagan arreglos aparte de los contemplados en los cálculos iniciales de la instalación.

De manera general la renovación de las luminarias le dará una mejor apariencia al mercado, permitirá a los consumidores percibir de mejor manera los locales y productos, se ahorrará la energía de las lámparas instaladas por los propios locatarios, pero estos conservaran la calidad visual de sus locales. De tal manera que la renovación es un punto importante en la reingeniería.

En conjunto las observaciones, trabajos y cambios, entregan en esta una propuesta de reingeniería satisfactoria para las necesidades de ambas partes, locatarios y compradores. Por lo cual este trabajo puede ser tomado en cualquier momento en cuenta para el mejoramiento del mercado No. 14 de Tepito o como base para proyectos en otros mercados que se encuentre en un estado similar. Por lo cual se recomienda tener presente la posibilidad de llevar a cabo el proyecto ya que el costo beneficio de los trabajos mencionados llevaran una gran utilidad las personas que diariamente utilizan las instalaciones para sus compras o para vender productos.

## Referencias

- Alibaba S.A. de C.V. (2018). *alibaba.com*. Obtenido de [https://www.alibaba.com/trade/search?fsb=y&IndexArea=product\\_en&CatId=&SearchText=ge+cool+white+t12+fluorescent+lamp](https://www.alibaba.com/trade/search?fsb=y&IndexArea=product_en&CatId=&SearchText=ge+cool+white+t12+fluorescent+lamp)
- AS de Led. (s.f.). *tubosdeled.com*. Obtenido de <https://www.tubosdeled.com/tabla-de-equivalencias/>
- Asociación de Academias de la Lengua Española. (2014). *Real Academia española*. España.
- Banamex. (s.f.). *Banamex.com*. Obtenido de <https://www.banamex.com/economia-finanzas/es/mercado-de-divisas/index.html>
- campos, I. M. (s.f.). *La eficiencia de los motores*. Brasil.
- Carbajal, L. (2013). *Lizardo Carbajal.com*. Obtenido de <http://www.lizardo-carvajal.com/adaptacion-de-tecnologia/>
- Casa Segura. (s.f.). *Programa Casa Segura.org*. Obtenido de <http://programacasasegura.org/mx/la-importancia-de-la-instalacion-a-tierra/>
- Castilla Cabanes, n., Blanca gimenez, V., & Martinez Antón, A. (s.f.). *Luminotecnia: Cálculo según el método de los lúmenes*. Constructores Arquitectonicas.
- Champi, H. M. (1994). *Reingeniería*. Norma.
- Distribuidora Santiago. (s.f.). *Santiago.mx*. Obtenido de <http://santiago.mx/foco-fluorescente-t8-32w-rapido-6500k-2750lm-21974-osraaf0099>
- eumed.net Enciclopedia Virtual. (24 de junio de 2018). *eumed.net*. Obtenido de <http://www.eumed.net/libros-gratis/2013/1249/que-es-reingenieria.html>
- FARADAYOS Tecnología eléctrica. (2018). *FARADAYOS Tecnología eléctrica*. Obtenido de <http://faradayos.blogspot.com/2014/01/tipos-de-canalizaciones-electricas.html>
- Gonzalez, M. (20 de Julio de 2002). *Gestiopolis*. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/concepto-mercado-tipos/>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2015). *Iluminacion en el puesto de trabajo*. Madrid: azcarate & asocia2.
- Lozano, L. (s.f.). *¿QUÉ ES LA REINGENIERÍA DE NEGOCIOS?* Zeus Management Consultants.
- Mankiw, G. (1998). *Principios de Economía*. Estados Unidos: Mc Graw Hill.
- Material y Equipo Eléctrico COEL. (s.f.). *Coeliluminacion.com*. Obtenido de [http://www.coeliluminacion.com.mx/material\\_equipo/bticino.pdf](http://www.coeliluminacion.com.mx/material_equipo/bticino.pdf)
- MEGAKONS. (s.f.). *megakons.com*. Obtenido de [http://megakons.com.ec/catalog/index.php?cPath=22\\_42](http://megakons.com.ec/catalog/index.php?cPath=22_42)
- NOM-001-SEDE-2012, N. O. (2012). *Instalaciones eléctricas*. México.

- NOM-025-STPS-2008, N. O. (2008). *Condiciones de iluminación den los centros de trabajo*. México.
- Payne, M. (s.f.). *eHow*. Obtenido de [http://www.ehowenespanol.com/importancia-iluminacion-adecuada-estacion-sobre\\_74856/](http://www.ehowenespanol.com/importancia-iluminacion-adecuada-estacion-sobre_74856/)
- Porto, J. P. (2012). *definicion.de*. Obtenido de <https://definicion.de/adaptacion/>
- Porto, J. P. (3 de Julio de 2017). *Definicion.de*. Obtenido de <https://definicion.de/cortocircuito/>
- Resico, M. F. (2012). *Introducción a la Economía Social de Mercado*. Buenos Aires: Konrad Adenauer Stiftung.
- Rodríguez, S. L. (25 de junio de 2018). *calaméo*. Obtenido de <https://es.calameo.com/books/004740692fb5aacd480c8>
- SANVER. (s.f.). *Sanver.com*. Obtenido de <http://www.sanver.com.mx/catalogo/material-electrico/contacto-uso-rudo-con-tierra-hule-cto-016>
- sanz, M. P. (s.f.). *Iluminación en el puestop de trabajo.criterios para su evaluación*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Secretaría de Desarrollo Económico. (1951). *Reglamento de Mercados para el distrito Federal*. Ciudad de México: Diario Oficial de la Federación.
- Significados.com. (16 de Marzo de 2018). *Significados.com*. Obtenido de <https://www.significados.com/tecnologia/>
- Tecno lite. (s.f.). *Tecnolite.com*. Obtenido de <http://tienda.tecnolite.lat/catalogsearch/result/?q=lampara+led>
- tecnolite. (s.f.). *tecnolite.com*. Obtenido de <http://tienda.tecnolite.lat/lamparas/led?gclid=CN3B-Ob8v9MCFUK1wAodqHYDww>
- Tecnolite. (s.f.). *Tecnolite.com*. Obtenido de <http://tecnolite.lat/productos/f20t8blb>
- Tecnolte. (s.f.). *tecnolite.com*. Obtenido de <http://tecnolite.lat/productos/g30t8>
- The Home depot. (s.f.). *HomeDepot.com*. Obtenido de <http://www.homedepot.com.mx/comprar/es/coapa-del-hueso/lampara-fluorescente-lineal-tl-80-32w-125498p--5>
- The Home Depot. (s.f.). *Homedepot.com*. Obtenido de <http://www.homedepot.com.mx/comprar/es/tlanepantla/lampara-fluorescente-lineal-tl-80-32w>
- Tostado, M. (6 de Agosto de 2008). *mail x mail.com*. Obtenido de <http://www.mailxmail.com/curso-electricidad-fisicos-tecnicos/cortocircuito-sobrecarga>
- Yuste, P. S. (s.f.). *Certificados Energeticos.com*. Obtenido de <http://www.certificadosenergeticos.com/ejemplo-paso-paso-calculo-exigencias-cte-db-he3>

## Índice de tablas

### Capítulo 1. Aspectos generales de las instalaciones eléctricas comerciales

Tabla 1 Relación entre la altura del local y la distancia entre luminarias .....	18
Tabla 2 Niveles indicados de iluminación en la norma.....	20

### Capítulo 2. Panorama actual de la instalación eléctrica del mercado No. 14

Tabla 3 Comparativa entre lámparas.....	37
---	----

### Capítulo 3. Reingeniería y adaptación aplicadas al mercado

Tabla 4 Relacion de comercios.....	45
Tabla 5 Total de comercios instalados.....	45
Tabla 6 Coeficientes de reflexión.....	53
Tabla 7 Ampacidades permitidas en conductores aislados para tensiones hasta 2000V y de 60 a 90 grados.....	56
Tabla 8 Tablero 1. Corriente nominal y calibre de cable .....	63
Tabla 9 Tablero 2. Corriente nominal y calibre de cable .....	65
Tabla 10 Tablero 3. Corriente nominal y calibre de cable .....	67
Tabla 11 Tablero 4. Corriente nominal y calibre de cable .....	69
Tabla 12 Tablero 5. Corriente nominal y calibre de cable .....	71
Tabla 13 Con especificaciones comerciales de Tubo conduit semipesado IMC.....	74
Tabla 14 Tabla de dimensiones de conductores para 600V.....	74
Tabla 15 Ocupación de conductores en un tubo conduit.....	75
Tabla 16 Área en mm que se puede ocupar en la tubería conduit .....	75
Tabla 17 Tubo conduit. Medida y longitud.....	76
Tabla 18 Tubo conduit. Medida y longitud.....	76
Tabla 19 Tubo conduit. Medida y longitud.....	77
Tabla 20 Tubo conduit. Medida y longitud.....	77
Tabla 21 Tubo conduit. Medida y longitud.....	77
Tabla 22 Características de las curvas para fusibles.....	81
Tabla 23. Valores útiles para la configuración de múltiples electrodos a tierra .....	89
Tabla 24 Valores exigidos en la NOM-022-STPS-2008 .....	92
Tabla 25. Distancias para graficar la resistencia del electrodo. ....	92
Tabla 26. Relación del conductor de acometida con el conductor al electrodo.....	93
Tabla 27. calibre para de tierra a partir de la capacidad de las protecciones. ....	94

#### **Capítulo 4. Costo-beneficio de la reingeniería y la adaptación tecnológica**

Tabla 28 Listado de contactos con características aceptable .....	98
Tabla 29 Costo del cambio de contacto en la reingeniería y adaptación tecnológica . ....	98
Tabla 30 Cotización del precio de conductores calibre 12 AWG .....	100
Tabla 31 Cotización del precio de conductores calibre 10 AWG .....	100
Tabla 32 Cotización del precio de conductores calibre 8 AWG .....	100
Tabla 33 Costo total de conductores por tablero.....	101
Tabla 34 Precio de tramo de 3m de tubería conduit .....	101
Tabla 35 Precio de la tubería conduit .....	102
Tabla 36 Costo de conductores y canalización eléctrica .....	102
Tabla 37 Cotización de lámparas por unidad.....	103
Tabla 38 Precios de luminarias. ....	103
Tabla 39 Precios de luminarias para locales y mercancía.....	104
Tabla 40 precios de luminarias por tablero.....	104
Tabla 41 Presupuesto de cambio de luminarias .....	104
Tabla 42 Presupuesto general del proyecto .....	105

## Índice de figuras

### Capítulo 1. Aspectos generales en la aplicación de las instalaciones eléctricas comerciales

FIGURA 1 Dimensiones necesarias para el calculo de luminarias. .... 15

FIGURA 2 Fotografía tomada del mercado publico..... 21

### Capítulo 2. Panorama actual de la instalación eléctrica del mercado No. 14

FIGURA 3 Localización vía Google maps del mercado ..... 25

FIGURA 4 Fotografía de la Placa de inauguración del mercado ..... 26

FIGURA 5 Fotografía de las conexiones mal establecidas del mercado ..... 27

FIGURA 6 Fotografía tomada de algunas lámparas en el mercado ..... 27

FIGURA 7 Conjunto de interruptores..... 28

FIGURA 8 Pared con ausencia de interruptores .....29

FIGURA 9 Pared con ausencia de interruptores .....29

FIGURA 10 Luminaria defectuosa..... 30

FIGURA 11 Conjunto de balastos, tuberías, cables y lámparas..... 31

FIGURA 12 Apagador marca Bticino generalmente utilizado ..... 34

FIGURA 13 Contacto sencillo sin conexión a tierra ..... 35

FIGURA 14 Contacto polarizado con terminal de tierra..... 35

FIGURA 15 Base G1313 y base 14 ..... 36

### Capítulo 3.Reingeniería y adaptación aplicadas al mercado

FIGURA 16 Diagrama unifilar de acometida. .... 40

FIGURA 17 Fotografía de los tableros instalados en el mercado ..... 42

FIGURA 18 Tablero 3 (de izquierda a derecha) con configuración correspondiente..... 43

FIGURA 19 Medidor, interruptor principal y primer tablero de distribución..... 44

FIGURA 20 Tablero 1 carga actual..... 46

FIGURA 21 Tablero 2 carga actual..... 47

FIGURA 22 Tablero 3 carga actual..... 48

FIGURA 23 Tablero 4 carga actual .....49

FIGURA 24 Tablero 5 carga actual..... 50

FIGURA 25 Propuesta de contactos por local ..... 51

FIGURA 26 Vista de planta del mercado ..... 52

FIGURA 27 Diagrama unifilar de la acometida ..... 62

FIGURA 28 Diagrama unifilar del tablero 1.....	62
FIGURA 29 Diagrama unifilar del tablero 2.....	64
FIGURA 30 Diagrama unifilar del tablero 3.....	66
FIGURA 31 Diagrama unifilar del tablero 4.....	68
FIGURA 32 Diagrama unifilar del tablero 5.....	70
<b>Capítulo 4.Costo-beneficio de la reingeniería y la adaptación tecnológica</b>	
FIGURA 33 Contacto con terminal de puesta a tierra .....	96

## Índice de fórmulas

### Capítulo 1. Aspectos generales en la aplicación de las instalaciones eléctricas comerciales

Fórmula 1 Cálculo para el flujo luminoso total.....	14
Fórmula 2 Iluminación directa .....	16
Fórmula 3 Iluminación indirecta.....	16
Fórmula 4 Calculo de numero de luminarias para el espacio.....	17
Fórmula 5 Calculo para el número total de lámparas para el ancho del cuarto.....	17
Fórmula 6 Calculo de luminarias a lo largo.....	18
Fórmula 7 Obtención de iluminación media.....	19
Fórmula 8 Para niveles de iluminación en un plano horizontal.....	19
Fórmula 9 Para evaluar niveles de iluminación en un plano vertical .....	19
Fórmula 10 Para determinar el ángulo que abarcará.....	19

### Capítulo 3.Reingeniería y adaptación aplicadas al mercado

Fórmula 11 Flujo total luminoso.....	53
Fórmula 12 Ecuación para calcular la corriente nominal.....	56
Fórmula 13 Cálculo de caída de tensión.....	59
Fórmula 14 Caída de tensión .....	59
Fórmula 15 Calculo de corriente trifásica.....	60
Fórmula 16 Caída de tensión trifásica.....	61
Fórmula 17 Corrección de corriente.....	78
Fórmula 18 Resistencia del electrodo.....	89
Fórmula 19 Resistencia para una varilla.....	89
Fórmula 20 Ecuación para anillo de tierra con conductor.....	90
Fórmula 21 Resistencia a tierra de los electrodos.....	91
Fórmula 22 Ley de ohm.....	91

### Capítulo 4.Costo-beneficio de la reingeniería y la adaptación tecnológica

Fórmula 23 Costo de energía.....	105
Fórmula 24 Factor costo beneficio.....	106

## **Glosario de términos.**

**Candela:** Unidad fotométrica internacional basada en la radiación de un cuerpo negro a la temperatura de solidificación del platino.

**Deslumbramientos:** estado de visión con molestia o reducción de la capacidad de percibir objetos significativos, o ambas cosas a la vez, debido a una distribución impropias, o debido a contrastes extremos en el espacio o el tiempo.

**Difusor:** Pantalla para atenuar o enfocar a voluntad la luz de una lámpara.

**Eficacia luminosa:** Relación entre el flujo luminoso total emitido y la potencia total de entrada lumen/watt (lm/w).

**Flujo luminoso:** Es la potencia luminosa por una fuente, o recibida por una superficie y evaluada a partir de la sensibilidad espectral del ojo de referencia. Su unidad es el lumen.

**Iluminancia (Luminosidad):** La iluminación en un punto de una superficie, se define como el flujo luminoso que fluye hacia el exterior de un elemento de la superficie, dividido por el área de este elemento. La unidad de medida es el lux.

**Intensidad luminosa:** De una fuente en dirección, describe la intensidad de la emisión de una fuente luminosa en una dirección. Es el cociente de flujo luminoso emitido por unidad de ángulo solido centrado en esta dirección.

**Irradiación:** Es la energía instantánea que se emite o incide en cierta superficie o zona, sus unidades son  $W/m^2$

**Lámpara:** Es un dispositivo que transforma le energía eléctrica en energía lumínica.

**Luminancia (L):** La luminancia en un punto de la superficie y en una dirección dada, se define como la intensidad luminosa de un elemento de esta superficie, dividida por el área de la proyección ortogonal de este elemento sobre un plano perpendicular a la dirección considerada. La unidad de medida es la candela por metro cuadrado ( $cd/m^2$ ).

**Lux:** Unidad de iluminación de abreviatura Lx; es la iluminación que recibe una superficie de un metro cuadrado a la que llega perpendicularmente el flujo de un lumen.

**Lumen:** unidad de flujo luminoso, es el procedente de un sesentavo de centímetro cuadrado de abertura de un manantial patrón y comprendido dentro de un ángulo solido de un estereorradián.

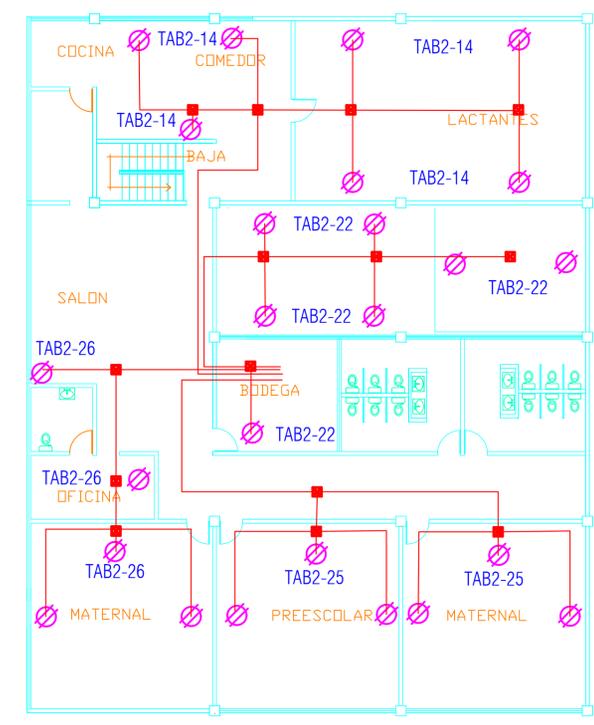
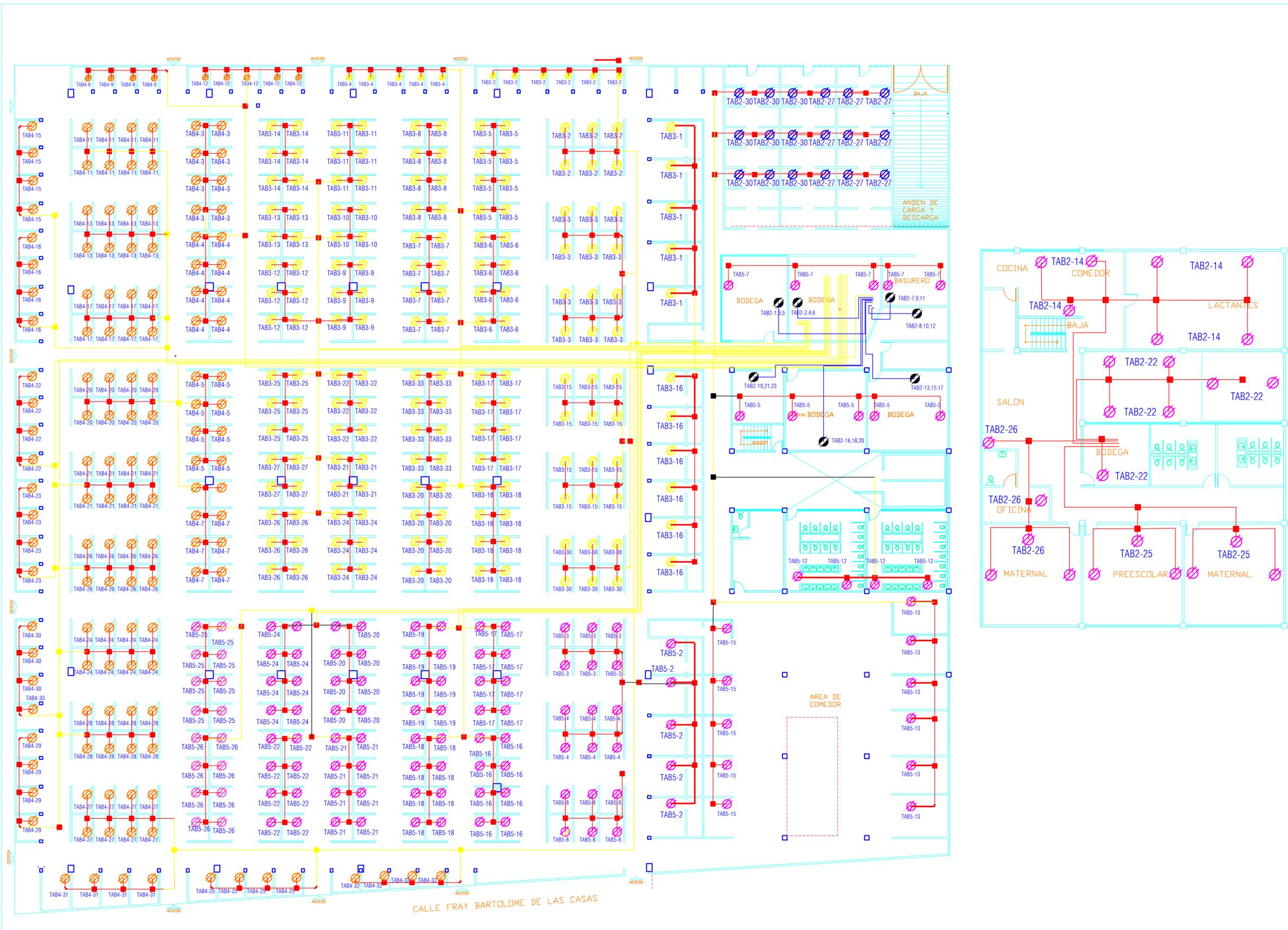
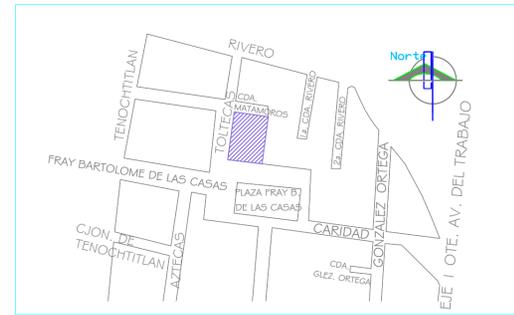
**Luminaria:** Dispositivo necesario para dirigir la luz que producen las lámparas, mediante la distribución, filtración y control de su emisión.

**Reflexión:** Devolución de radiación por una superficie sin cambio de frecuencia de los componentes monocromáticos que la integran.

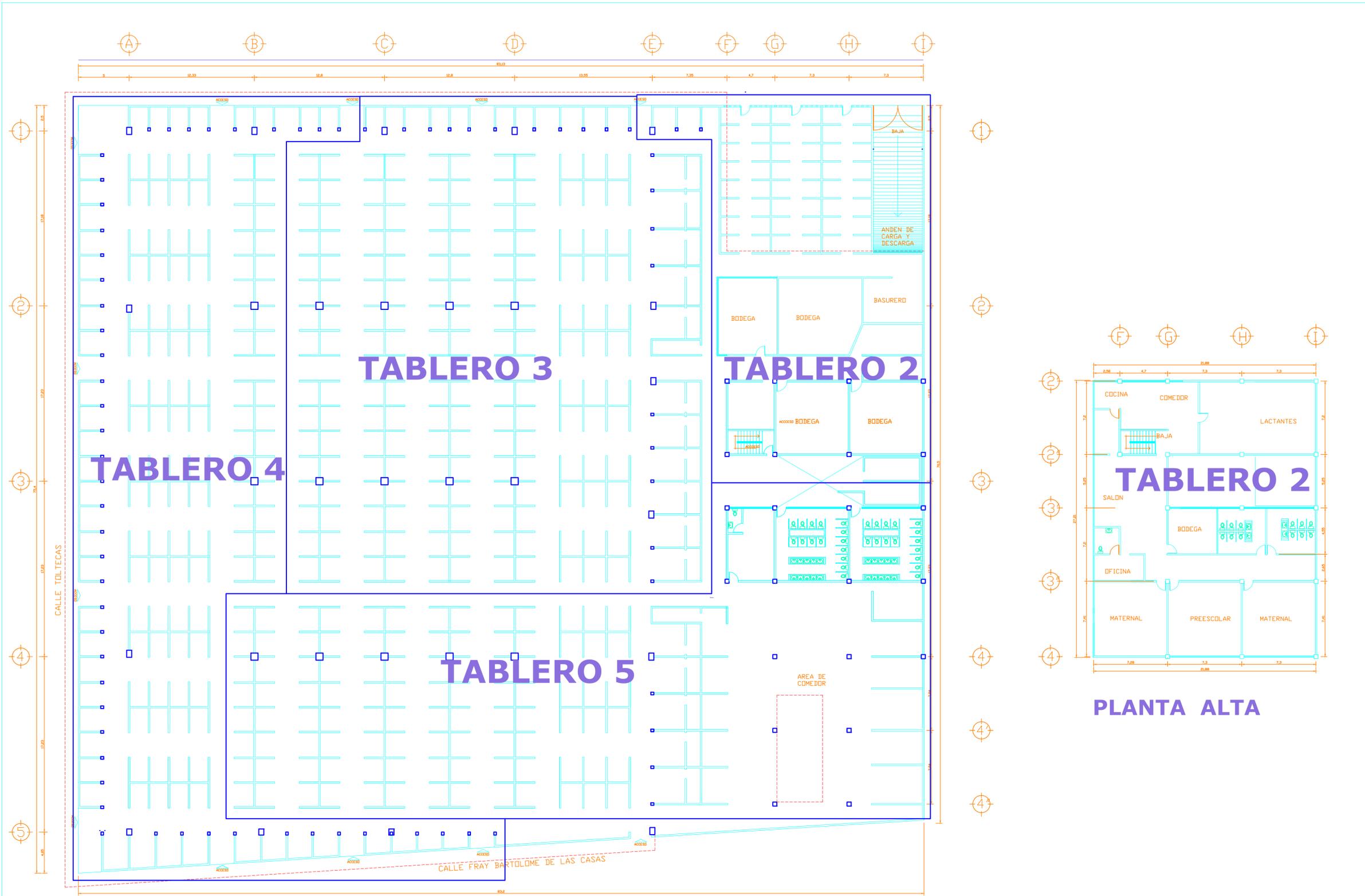
**Refracción:** Cambio en la dirección de la propagación de la radiación, determinado por un cambio en la velocidad de propagación, al pasar por un medio ópticamente no homogéneo o al pasar de un medio a otro.

# Anexos

# LOCALIZACION



<b>INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL</b> ESIME ZACATECO	
PROYECTO:	Propuesta de reingeniería y adaptación tecnológica de la red eléctrica de un mercado público
INTEGRANTES:	CRUZ GUERRERO RICARDO ALBERTO CORDOVA MENDOZA ANIBAL BALDEMAR MORAN CRUZ DANIEL
UBICACION:	CALLE MATAMOROS, TOLTECAS Y FRAY BARTOLOME DE LAS CASAS. COLONIA MORELOS
LEVANTADO:	MORAN CRUZ DANIEL
DIBUJADO:	CRUZ GUERRERO RICARDO ALBERTO CORDOVA MENDOZA ANIBAL
ESCALA:	1:100
FECHA:	NOVIEMBRE - 2019
PLANO No.:	<b>A-1</b>

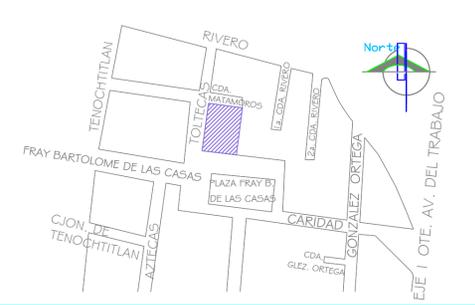


**PLANTA BAJA**



**PLANTA ALTA**

**LOCALIZACION**

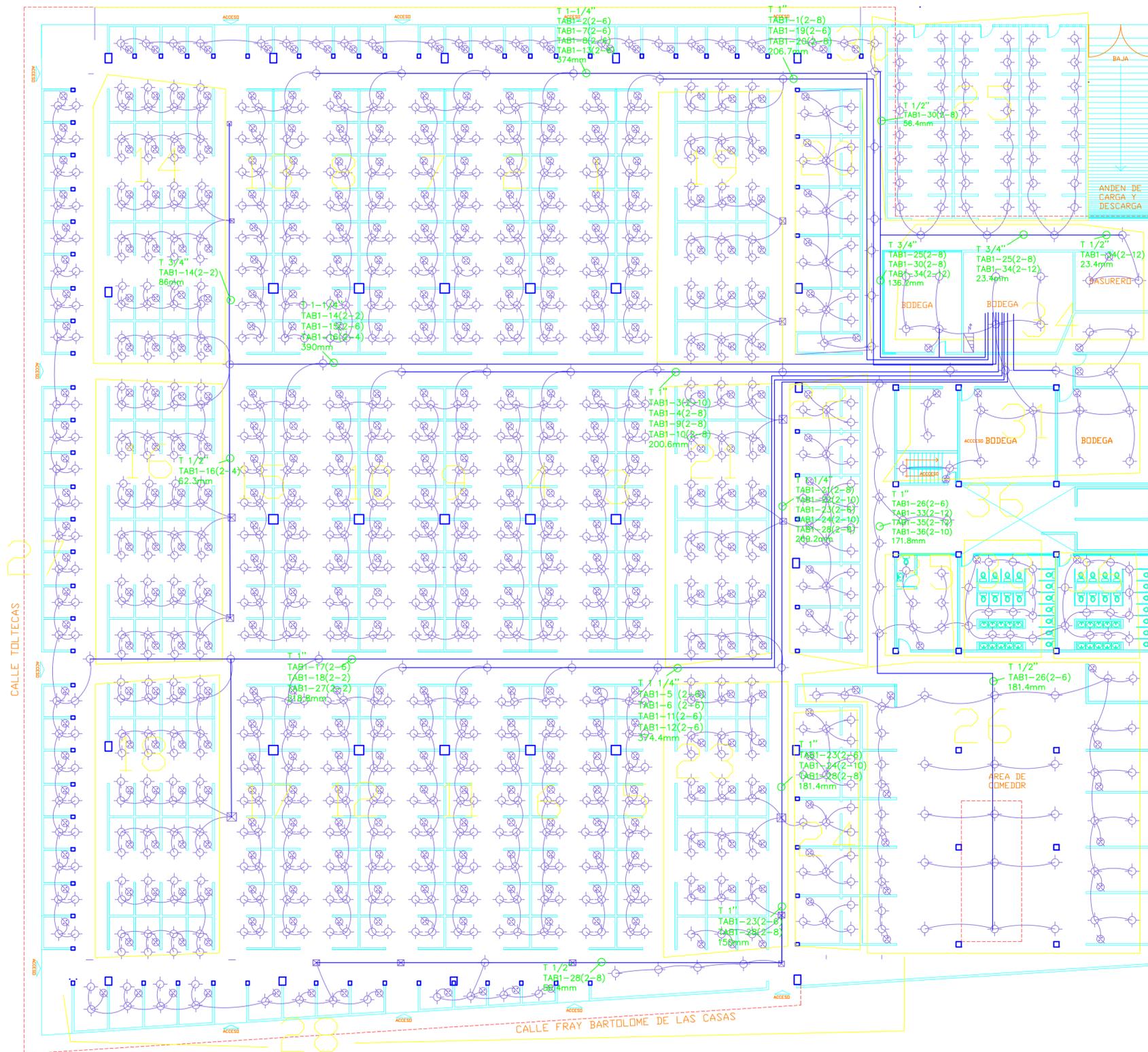


<b>INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL</b> ESIME ZACATENCO	
PROYECTO:	Propuesta de reingeniería y adaptación tecnológica de la red eléctrica de un mercado público
INTEGRANTES:	CRUZ GUERRERO RICARDO ALBERTO CORDOVA MENDOZA ANIBAL BALDEMAR MORAN CRUZ DANIEL
UBICACION:	CALLE MATAMOROS, TOLTECAS Y FRAY BARTOLOME DE LAS CASAS. COLONIA MORELOS
LEVANTO:	MORAN CRUZ DANIEL
ESCALA:	1:100
FECHA:	NOVIEMBRE - 2019

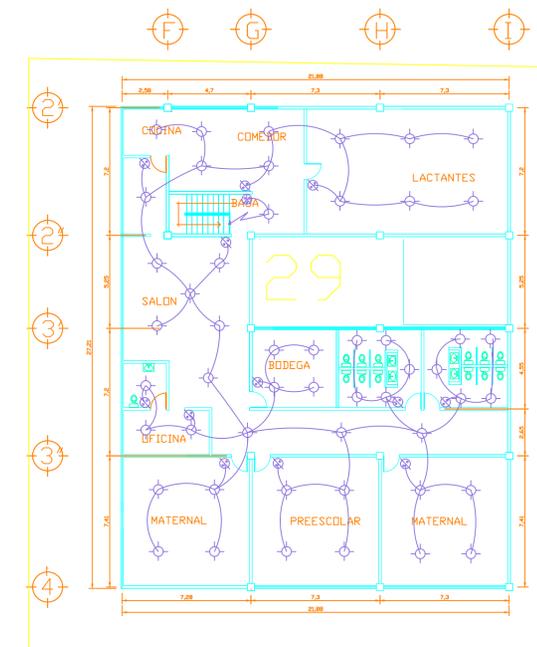
## LOCALIZACION



## TABLERO 1



PLANTA BAJA



PLANTA ALTA

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL  
ESIME ZACATENCO

PROYECTO: Propuesta de reingeniería y adaptación tecnológica de la red eléctrica de un mercado público  
 INTEGRANTES: CRUZ GUERRERO RICARDO ALBERTO  
 CORDOVA MENDOZA ANIBAL BALDEMAR

MORAN CRUZ DANIEL

UBICACION: CALLE MATAMOROS, TOLTECAS Y FRAY BARTOLOME DE LAS CASAS, COLONIA MORELOS

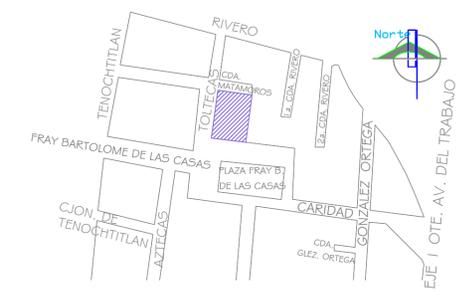
LEVANTADO: MORAN CRUZ DANIEL

ESCALA: 1:100

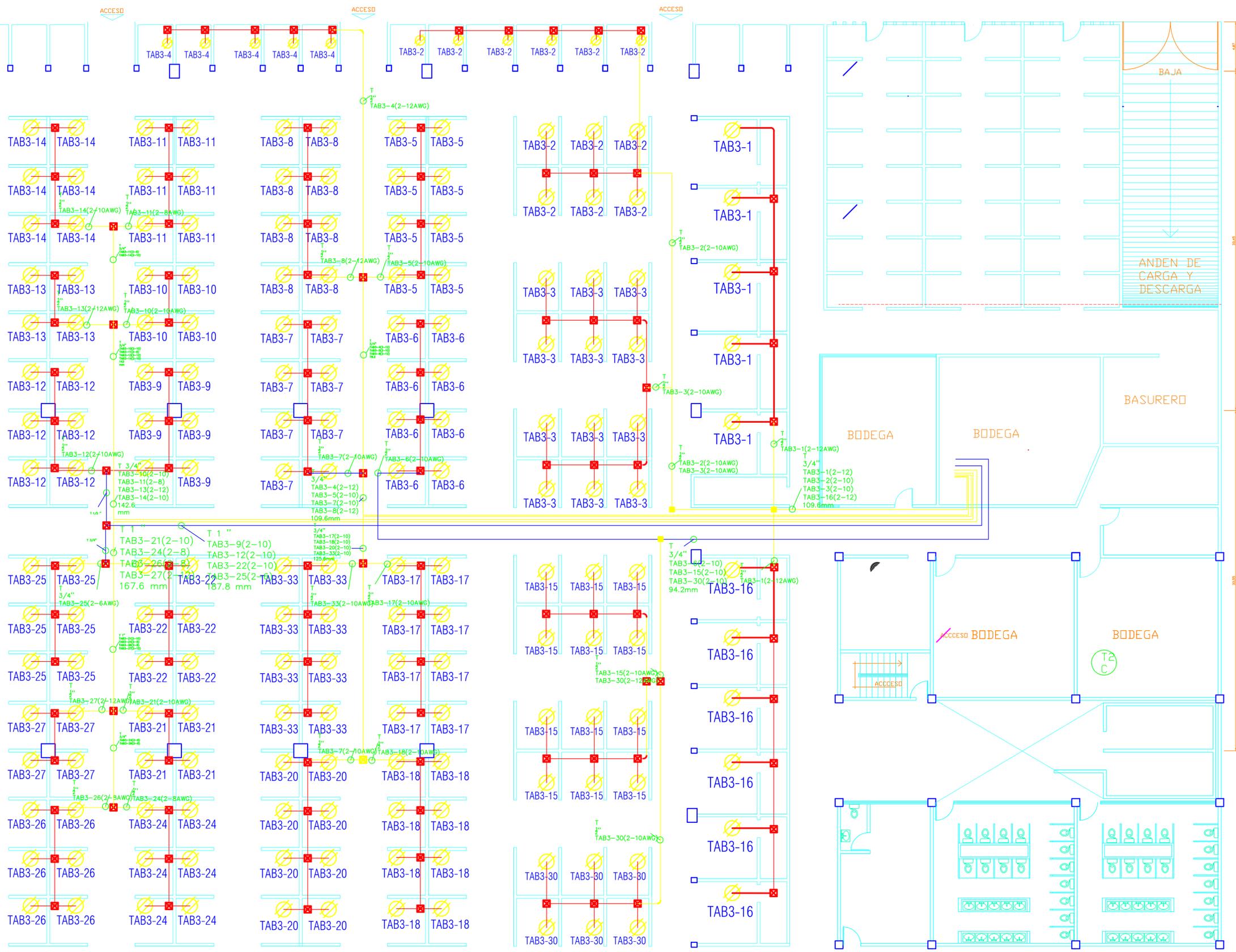
FECHA: NOVIEMBRE - 2019

PLANO No. **A-3**

# LOCALIZACION

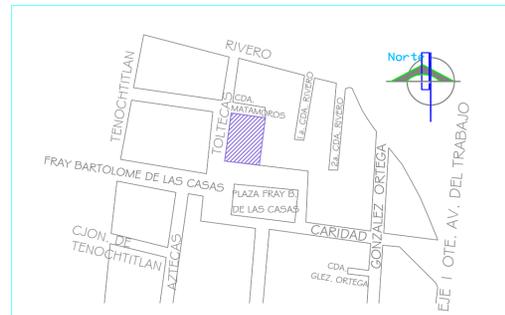


# TABLERO 3

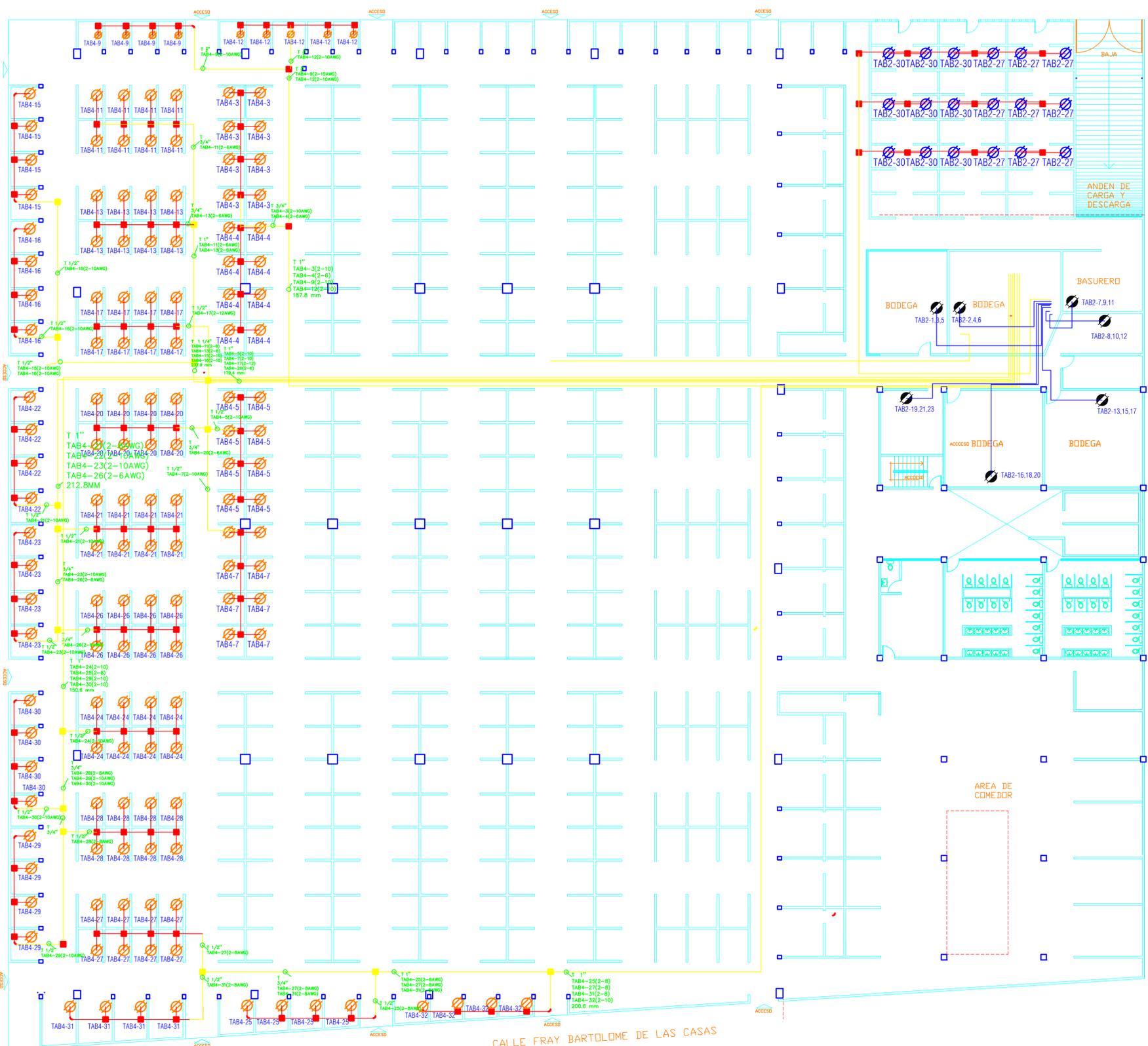
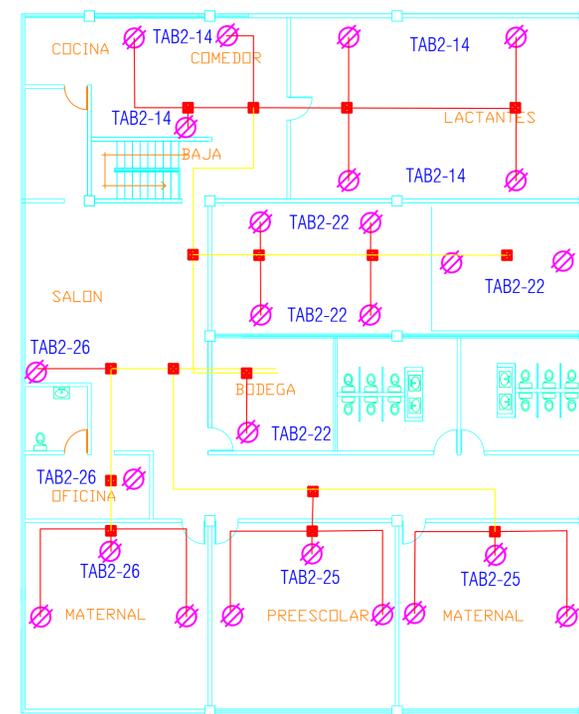


<b>INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL</b> ESIME ZACATENCO	
PROYECTO:	Propuesta de reingeniería y adaptación tecnológica de la red eléctrica de un mercado público
INTEGRANTES:	CRUZ GUERRERO RICARDO ALBERTO CORDOVA MENDOZA ANIBAL BALDEMAR
MORAN CRUZ DANIEL	
UBICACION:	CALLE MATAMOROS, TOLTECAS Y FRAY BARTOLOME DE LAS CASAS, COLONIA MORELOS
LEVANTADO:	MORAN CRUZ DANIEL
ESCALA:	1:100
TITULO:	CRUZ GUERRERO RICARDO ALBERTO CORDOVA MENDOZA ANIBAL
FECHA:	NOVIEMBRE - 2019
PLANO No.	<b>A-4</b>

# LOCALIZACION



# TABLERO 2,4



<b>INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL</b> ESIME ZACATENCO		
PROYECTO	Propuesta de reingeniería y adaptación tecnológica de la red eléctrica de un mercado público	
INTEGRANTES	CRUZ GUERRERO RICARDO ALBERTO CORDOVA MENDOZA ANIBAL BALDEMAR MORAN CRUZ DANIEL	
UBICACION	CALLE MATAMOROS, TOLTECAS Y FRAY BARTOLOME DE LAS CASAS. COLONIA MORELOS	PLANO No.
LEVANTO	MORAN CRUZ DANIEL	ESCALA 1:100
SEÑAL	CRUZ GUERRERO RICARDO ALBERTO CORDOVA MENDOZA ANIBAL	FECHA NOVIEMBRE - 2019

