

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

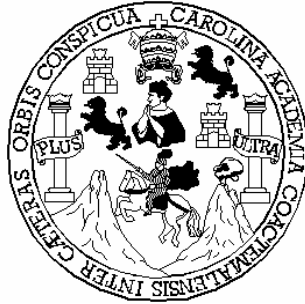
ESTUDIO ELÉCTRICO DE LAS INSTALACIONES DEL EDIFICIO S-11 DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Julio Gamaliel Salazar Borrayo

Asesorado por el Ing. Carlos Alberto Quijivix Racancoj

Guatemala, mayo de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO ELÉCTRICO DE LAS INSTALACIONES DEL EDIFICIO S-11 DEL
CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JULIO GAMALIEL SALAZAR BORRAYO

ASESORADO POR EL ING. CARLOS ALBERTO QUIJIVIX RACANCOJ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO ELECTRICISTA

GUATEMALA, MAYO DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR:	Ing. José Guillermo Bedoya Barrios
EXAMINADOR:	Ing. Armando Gálvez Castillo
EXAMINADOR:	Ing. Francisco Javier González López
SECRETARIO:	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ESTUDIO ELÉCTRICO DE LAS INSTALACIONES DEL EDIFICIO S-11 DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Mecánica Eléctrica, el 12 de agosto de 2005.

Julio Gamaliel Salazar Borrayo

AGRADECIMIENTOS A:

**LA SANTÍSIMA
TRINIDAD**

Por todo lo que me ha dado.

**LA DULCE VIRGEN
MARÍA**

Por estar junto a mí en todo momento.

MIS PADRES

Clara Luz Borrayo y Julian Salazar, por darme la vida, dedicación, esfuerzo y todo lo necesario para alcanzar esta meta.

MIS HERMANOS

Israel, Betzaida y Erica, por su ejemplo, ánimo y apoyo constante.

**MIS AMIGOS Y
COMPAÑEROS**

Halston Castillo, Salvador Tuna, Julio Suy, Jorge Colaj, German Juárez, Edwin García, German Vivas.

**COLABORADORES EN
ESTE TRABAJO DE
GRADUACIÓN**

Ing. Byron Cuyan, al departamento de física y la división de servicios generales.

ACTO QUE DEDICO A:

MIS PADRES

Por su amor, dedicación, corrección, ejemplo y esfuerzo, en cada momento de mi vida.

MIS HERMANOS

Por darme el ejemplo a seguir en el logro de esta meta.

MI NOVIA

Andrea Cobos, por ser parte de mi vida y un apoyo en todo momento.

TODOS

Los que en algún momento me brindaron ayuda para desarrollarme: intelectualmente, emocionalmente y éticamente, para ser un profesional de excelencia.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
LISTA DE ABREVIATURAS	XI
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XXI
OBJETIVOS	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV

1. DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE LAS INSTALACIONES

ELÉCTRICAS ACTUALES	1
1.1 Instalaciones	1
1.1.1 Caracterización de carga	1
1.1.1.1 Cálculo de la demanda promedio	4
1.1.1.2 Cálculo del factor de carga	5
1.1.1.3 Cálculo del factor de pérdidas	6
1.1.2 Estado actual y dimensionamiento de conductores	7
1.1.2.1 Resistencia de aislamiento	7
1.1.2.2 Capacidad, calibres y secciones de conductores eléctricos	9
1.1.3 Tuberías y canalizaciones	10
1.1.4 Protección	12
1.1.4.1 Pruebas de disparo	12
1.1.5 Tableros	14
1.1.5.1 Condición actual	15
1.2 Análisis de redes	21

1.2.1	Corrientes	22
1.2.2	Voltajes	25
1.2.3	Potencia	27
1.2.3.1	Activa	28
1.2.3.2	Reactiva	29
1.2.3.3	Aparente	30
1.2.3.4	Factor de potencia	31
1.2.4	Análisis de armónicos	34
1.2.4.1	Distorsión armónica THDV	34
1.2.5	Desbalance de carga.....	38
1.3	Red de tierras	40
1.3.1	Condición actual	41
1.3.2	Medición y comprobación de su utilidad	41
1.4	Pararrayos	42
1.4.1	Condición actual	43
1.5	Iluminación	43
1.5.1	Revisión visual	43
1.5.2	Características de las luminarias	44
1.5.3	Medición de luxe	44
2.	DIAGRAMAS UNIFILARES	47
2.1	Definición de un diagrama unifilar	47
2.2	Diagrama unifilar de la red eléctrica general	47
2.3	Diagrama unifilar de la subred eléctrica	50
3.	ANÁLISIS TEÓRICO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	55
3.1	Métodos utilizados para el cálculo de conductores y de tubería	55
3.1.1	El método de ampacidad	55
3.1.2	El método de caída de voltaje	56

3.1.3	Método para el cálculo del diámetro de tuberías.....	58
3.2	Cálculo del calibre de los conductores y del diámetro de tuberías	59
3.2.1	Cálculo del calibre de los conductores utilizando el método de ampacidad	60
3.2.2	Cálculo del calibre de los conductores utilizando el método de caída de voltaje	61
3.2.3	Cálculo del diámetro de la tubería	62
3.3	Cálculo de lúmenes	67
3.3.1	Iluminación de interiores	67
3.3.2	Iluminación de parqueos	81
3.4	Diseño de red de tierras	84
3.5	Cálculo de pararrayos	85
4.	EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DEL EDIFICIO S-11 AL MERCADO MAYORISTA	89
4.1	Descripción del administrador del mercado mayorista (AMM)	89
4.2	Evaluación de incorporar el edificio S-11 al mercado mayorista	93
5.	COMPARACIÓN DE RESULTADOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL EDIFICIO	95
5.1	Comparación de los calibres de los conductores eléctricos	95
5.2	Comparación de los diámetros y áreas de las tuberías y canaletas de las instalaciones eléctricas.....	100
5.3	Comparación del diseño lumínico de las áreas iluminadas	101
5.4	Comparación del diseño de pararrayos	103
6.	IMPACTO TÉCNICO RECÍPROCO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL EDIFICIO S-11 Y LA RED DE DISTRIBUCIÓN	105
6.1	Distorsión armónica	107

6.2	Desbalance de tensión	109
7.	PROPUESTAS DE SOLUCIONES A PROBLEMAS EN EL SISTEMA ELÉCTRICO Y DE ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO	111
7.1	Propuesta de solución al desbalance de las cargas eléctricas encontrado en el tablero principal del tercer nivel	111
7.1.1	Distribución actual en que se encuentran los circuitos eléctricos en el tablero principal del tercer nivel	112
7.1.2	Distribución propuesta de los circuitos eléctricos en el tablero principal del tercer nivel	115
7.2	Ubicación de las luminarias, tomacorrientes, interruptores, etc., en mal estado en el edificio y propuesta de solución a estos problemas	119
7.3	Costo de mejoras e implementación de las instalaciones eléctricas del edificio y de la iluminación del área de parqueos	122
7.4	Cronograma de actividades para efectuar las mejoras e implementación de las instalaciones eléctricas, iluminación de parqueos y sistema de pararrayos	123
	CONCLUSIONES	125
	RECOMENDACIONES	127
	BIBLIOGRAFÍA	129
	APÉNDICES	131
	ANEXOS	141

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Curva de demanda diaria de potencia activa	3
2	Curva de demanda diaria de potencia reactiva	3
3	Relación entre factores de carga y de pérdidas	7
4	Gráfica de corriente contra tiempo de la línea uno.....	22
5	Gráfica de corriente contra tiempo de la línea dos.....	23
6	Gráfica de corriente contra tiempo de la línea tres	23
7	Gráfica de corriente contra tiempo de la línea neutro	23
8	Gráfica de voltaje contra tiempo de la línea uno	25
9	Gráfica de voltaje contra tiempo de la línea dos	26
10	Gráfica de voltaje contra tiempo de la línea tres	26
11	Gráfica de potencia activa total contra tiempo	28
12	Gráfica de potencia reactiva total contra tiempo	29
13	Gráfica de potencia aparente total contra tiempo.....	30
14	Gráfica del factor de potencia contra tiempo de la línea uno	32
15	Gráfica del factor de potencia contra tiempo de la línea dos	33
16	Gráfica del factor de potencia contra tiempo de la línea tres.....	33
17	Diagrama unifilar de la red general USAC que entra por av. de Petapa	48
18	Diagrama unifilar de la red general USAC que entra por anillo Periférico	49
19	Diagrama unifilar del alimentador principal del edificio	50
20	Diagrama unifilar del primer nivel del edificio	51
21	Diagrama unifilar del segundo nivel del edificio	52
22	Diagrama unifilar del tercer nivel del edificio	53

23	Diagramas unifilares de los tableros auxiliares del tercer nivel del edificio	54
24	Medidas de las cavidades del salón	68
25	Áreas de las relaciones de las cavidades del salón	69
26	Plano de distribución de luminarias del salón ciento uno.....	80
27	Perfil del plano de distribución de luminarias del salón ciento uno	81
28	Plano de la distribución de lámpara para iluminar el parqueo	83
29	Figura del brazo en donde se deben instalar las lámpara para iluminar el parqueo	84
30	Gráfica THDV de la línea uno contra tiempo	108
31	Gráfica THDV de la línea dos contra tiempo	108
32	Gráfica THDV de la línea tres contra tiempo	108
33	Gráfica desbalance de tensión contra tiempo	109

TABLAS


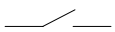


I	Descripción de los aparatos instalados en el edificio	2
II	Características de los conductores de los tableros del edificio	10
III	Tablero principal trifásico de la acometida	15
VI	Tablero principal, de cuarenta y dos polos	16
V	Tablero principal del primer nivel, de cuarenta y dos polos	17
VI	Tablero principal del segundo nivel, de cuarenta y dos polos	18
VII	Tablero principal del tercer nivel, de cuarenta y dos polos	19
VIII	Tableros auxiliares en el tercer nivel	21
IX	Desbalance de tensión en porcentajes	39

X	Muestras de los niveles de iluminación actual en las áreas iluminadas del edificio S-11	45
XI	Niveles de iluminación recomendados	46
XII	Factor de corrección por número de conductores	56
XIII	Factor de relleno según cantidad de conductores	58
XIV	Tabla resumen del cálculo de conductores y tubería del primer nivel	63
XV	Tabla resumen del cálculo de conductores y tubería del segundo nivel	64
XVI	Tabla resumen del cálculo de conductores y tubería del tercer nivel	65
XVII	Tabla resumen del cálculo de conductores y tubería del los tableros auxiliares del tercer nivel	66
XVIII	Tabla resumen del cálculo de conductores y tubería del acometida	67
XIX	Cuadro de resumen	70
XX	Tabla de extrapolación para encontrar % de reflectancia efectiva del techo	71
XXI	Tabla de extrapolación para encontrar % de reflectancia efectiva del piso	72
XXII	Tabla para encontrar el factor de corrección C.U.(20% piso)	73
XXIII	Tabla para encontrar el factor de corrección C.U.(40% piso)	74
XIV	Requisitos básicos para poder ser agente o gran usuario del mercado mayorista	91
XXV	Comparación de calibres de conductores del circuito de alimentación	95
XXVI	Comparación de calibres de conductores del primer nivel	96

XXVII	Comparación de calibres de conductores del segundo nivel	97
XXVIII	Comparación de los calibres de conductores del tercer nivel	98
XXIX	Comparación de los calibres de conductores de los tableros auxiliares del tercer nivel	99
XXX	Comparación de diámetros y área de las canalizaciones eléctricas calculadas y lo existente en el edificio	100
XXXI	Comparación de los resultados del diseño lumínico y lo existente en el edificio	102
XXXII	Descripción de los circuitos eléctricos del tablero principal, en el tercer nivel del edificio	113
XXXIII	Descripción de los circuitos eléctricos del los tableros auxiliares, en el tercer nivel del edificio	114
XXXIV	Redistribución de las cargas eléctricas en las líneas del sistema eléctrico del tablero principal, en el tercer nivel del edificio	116
XXXV	Redistribución de las cargas eléctricas en las líneas del sistema eléctrico de los tableros auxiliares, en el tercer nivel del edificio	117
XXXVI	Descripción de los costos de mejoras e implementación de las instalaciones eléctricas	122
XXXVII	Descripción de los costos de mejoras e implementación de las instalaciones eléctricas	123
XXXVIII	Cronograma propuesto por día de actividades, para efectuar las mejoras al sistema eléctrico e implementación del alumbrado del parqueo	124
XXXIX	Muestra de la corriente eléctrica en cada una de las líneas	133
XL	Muestra del voltaje en cada una de las líneas y entre ellas	134

XL I	Muestra de la potencia real en cada una de las líneas	135
XL II	Muestra del factor de potencia en cada una de las líneas	136
XL III	Muestra del índice de regulación de tensión en cada una de las líneas	137
XL IV	Muestra de la distorsión armónica de la tensión en cada una de las líneas	138
XL V	Resumen del diseño lumínico de las áreas iluminadas del edificio	139

LISTA DE SÍMBOLOS

Ω	Ohms.
Δ	Diferencial.
θ	Ángulo.
ϕ	Diámetro del conductor.
	Flipón
“	Pulgadas
‘	Pies
ϕ	Diámetro
	Cuchillas seccionadoras
	Transformador
	Banco de transformadores

LISTA DE ABREVIATURAS

AWG	Por sus siglas en Ingles (<i>american wire gage</i>) que en español significa medida americana de alambre.
MCM	Miles de circular mils.
A	Amperios.
C	Coulombs.
s	Segundo.

q	Carga eléctrica
V	Voltio.
Mks	Sistema internacional de medidas: metros, kilogramos, segundos.
J	Julio.
K	Kilo, múltiplo decimal.
W	Vatio.
i	Corriente eléctrica.
p	potencia activa.
VAR	Voltios amperios reactivos.
Q	Potencia reactiva.
S	Potencia aparente.
VA	Voltios amperios.
f.p.	Factor de potencia.
kW	Kilovatio.
THDV	Distorsión armónica de voltaje
DATT	Distorsión armónica total de tensión.
DAIT	Distorsión armónica individual de tensión.
Hz	Hertz, frecuencia.
RMC	Raíz media cuadrática.
$\Delta DTD(\%)$	Porcentaje de desbalance de tensión, por parte del distribuidor.
K	Se define como aquel valor numérico que representa los posibles efectos de calentamiento de una carga no lineal sobre el transformador.
q	Es una constante exponencial que depende de los arrollamientos y de la frecuencia.
lux	Iluminación, lúmenes / metro cuadrado.
f.c.	Factor de corrección para calcular el calibre de un conductor.

ΔV_L	Caída de voltaje de línea de la instalación.
l	Longitud que debe de tener el cable para hacer la instalación eléctrica.
ΔV_{LL}	Caída de voltaje entre líneas de la instalación.
Z'	Impedancia del conductor.
R'	Resistencia del conductor.
X'_L	Reactancia inductiva del conductor.
f.r.	Factor de relleno.
A	Área del conductor.
f.a.	Factor de arreglo
C.I.	Carga instalada.
D.M.E.	Demanda máxima estimada.
f.d.	Factor de demanda.
s.n.s.	Sobre el nivel del suelo.
$RCR_{(local)}$	Relación de cavidad.
LLD	Factor de depreciación de la lámpara.
LDD	% del grado de degradación por suciedad en la luminaria.
FM	Factor de mantenimiento.
C.U.	Coefficiente de utilización.
S/MH	Relación de espaciamiento máxima de la luminaria a la altura de montaje.
F.C.	Factor de corrección.
N.I.	Nivel de iluminación.
M.S.	Máxima separación de las luminarias.
mts	Metros.
MW	Megavatios.
D.M.E.	Demanda máxima estimada

GLOSARIO

AWG	<i>American wire gage.</i>
Amperio	Unidad de medida de la corriente eléctrica.
Ampacidad	Es la capacidad que tiene un conductor eléctrico de conducir corriente eléctrica.
Armónico	Es la distorsión de la onda senoidal de corriente o de tensión eléctrica de frecuencias nominal, ocasionada por la presencia de señales eléctricas de frecuencia diferentes y múltiples, de dicha frecuencia nominal.
A.M.M.	Administrador del mercado mayorista.
Balastro	Parte importante del sistema del encendido de la mayoría de luminarias.
Carga	Es la potencia que será demandada por una instalación eléctrica.
Comercializadores	Empresa que compra o vende bloques de energía asociada a una potencia firme de al menos 10MW.
Coulomb	Unidad de medida de la carga eléctrica.

Cavidad	Son los diferentes planos del espacio donde se calcula el nivel lumínico. De techo, pared y piso.
Distribuidores	Empresas dedicadas a vender energía eléctrica a una cantidad determinada de usuarios.
Electrodo	Varilla metálica.
Extrapolación	Método matemático para encontrar un valor desconocido próximo a un intervalo de dos valores conocidos.
Fasor	Es una versión transformada de una onda senoidal de voltaje o de corriente, consistente en la información de la magnitud y el ángulo de la onda.
Fusible	Es un conductor con una calibración para fundirse cuando la corriente, que circula por él, pasa de cierto valor predeterminado. Además, los fusibles protegen únicamente contra corto circuitos y no contra sobrecargas.
Flipón	El interruptor termomagnético es un elemento diseñado para la protección de cortocircuitos y sobrecargas de un circuito eléctrico determinado. Es de construcción compacta, puede desarrollar funciones de conexión y desconexión para realizar trabajos de mantenimiento.

Fuerza	Voltaje.
Filamento	Es un alambre recto, en espiral sencillo o doble, hecho de tungsteno, que emite luz en una bombilla.
Generadores	Empresa que produce energía eléctrica de una potencia mínima determinada.
Grandes usuarios	Empresa que consume energía eléctrica de una potencia mínima determinada.
Interruptor termomagnético	Elemento que puede desarrollar funciones de conexión y desconexión de un circuito eléctrico, en las instalaciones eléctricas.
Inerte	Inactivo.
Interpolación	Método matemático para encontrar un valor desconocido contenido en el intervalo de dos valores conocidos.
Iluminación	Cantidad de luz que alcanza un área unitaria de superficie. Se mide en luxes.
I.E.E.E.	<i>Institute of electrical and electronic engineers.</i>
Lumen	Unidad de medida del flujo luminoso.

Luminaria	Aparato que distribuye, filtra o transforma la luz emitida por una lámpara, contiene otros accesorios para conectarla al circuito eléctrico.
Megger	Instrumento de medición de valores de resistencia muy altos.
Monofásico	Sistema eléctrico que utiliza únicamente una sola fase.
NEC	<i>Nacional electric code.</i>
NTSD	Normas técnicas del servicio de distribución.
NTIE	Normas técnicas para instalaciones eléctricas.
NFPA	<i>National fire protection association.</i>
Ohm	Unidad de medida de la resistencia eléctrica.
Ordenador	Computadora.
Plano de trabajo	Distancia entre el piso y el plano imaginario en que se necesita una iluminación determinada.
Plano de montaje	Distancia ente el piso y el plano imaginario en que se deben instalar las luminarias.
Pararrayos	Protección contra descargas atmosféricas.

Red de tierras	Conjunto de elementos que permiten la circulación y disipación de las corrientes de tierra, tengan estas cualquiera de los orígenes posibles.
Reflectancia	Es la capacidad de reflejar la luz que tienen las superficies.
Transportista	Empresa dedicada al alquiler de las líneas de transmisión de energía eléctrica.
Trifásico	Sistema eléctrico formado por tres líneas de tensión de igual magnitud, desfasadas 120° .
THDV	Distorsión total armónica de voltaje.
Diagrama unifilar	Es el resultado de conectar en forma simbólica y a través de un solo hilo todo lo componente de un sistema eléctrico.
Vatio	Unidad de medida de la potencia eléctrica.

RESUMEN

La persona interesada en este informe de EPS, encontrará información sobre el análisis, diseño y evaluación de todo lo relacionado con el sistema eléctrico del edificio S-11 del campus de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ubicada en la zona doce de la ciudad capital.

En el primer capítulo se hace una evaluación, diagnóstico y análisis del sistema eléctrico actual.

En el segundo capítulo se presentan los diagramas unifilares de la red eléctrica del campus universitario, así también del sistema eléctrico del edificio.

En el tercer capítulo se realiza el diseño de las instalaciones eléctricas, lumínico y del sistema de pararrayos del edificio.

En el cuarto capítulo se realiza una evaluación para incorporar el edificio S-11 al mercado mayorista como gran usuario.

En el quinto capítulo se hace una comparación de los resultados del diseño, realizados en el capítulo número tres, con el sistema eléctrico instalado en el edificio actualmente.

En el sexto capítulo se hace el análisis del impacto técnico recíproco de las instalaciones eléctricas del edificio y la red de distribución. Tomándose como parámetros, la distorsión armónica de voltaje (THDV) y el desbalance de tensión.

En el último capítulo se presenta los problemas encontrados en las instalaciones eléctricas y de iluminación en el edificio, así también, la posible solución a dichos problemas y los costos para realizarlos.

OBJETIVOS

General

Analizar la condición actual de las instalaciones eléctricas del edificio S-11, y proponer las mejoras correspondientes mediante el rediseño de dichas instalaciones eléctricas.

Específicos

1. Hacer el diseño de las instalaciones eléctricas y de iluminación, y comparar con lo existente en el edificio S-11.
2. Evaluar que posibilidad existe de ingresar el edificio S-11 como gran usuario al mercado mayorista.
3. Dar un informe de los componentes defectuosos del alumbrado y sistema eléctrico que necesiten ser cambiados, y de los problemas que pueda tener el sistema eléctrico.

INTRODUCCIÓN

El sistema eléctrico de los edificios del campus de la Universidad de San Carlos de Guatemala, han venido cambiando al paso del tiempo ya que la mayoría de edificios, en un principio, fueron diseñados para ser únicamente salones de clases, por el aumento de la población estudiantil y por ende los organismos de la Universidad, se han tenido que convertir en oficinas, laboratorios, talleres etc.

Estos cambios utilizan mucho más energía eléctrica que un salón de clases normal, provocando que los sistemas eléctricos sean alterados, como ejemplo: instalando más carga a una línea que en las otras, creándose desbalances de tensión, que son motivo de sanciones económicas, cargar los circuitos eléctricos mucho más de lo que fueron diseñados, provocando que se dañen.

En el presente informe se realiza un estudio profundo del estado actual de las instalaciones eléctricas del edificio S-11, para determinar las consecuencias que sobre dichas instalaciones han tenido las constantes modificaciones. Igualmente se presenta un rediseño de los principales elementos que componen dicha instalación, cuya implementación permitirá tener una red eléctrica eficiente y segura. Además se prolongará su vida útil.

1. DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS ACTUALES

1.1 Instalaciones

El edificio S-11 está diseñado para ser de salones de clases. Por el creciente aumento de la población estudiantil y de los departamentos de la Universidad, se ha tenido la necesidad de transformar estos salones en oficinas de distintos departamentos. En el primer nivel y la mitad del segundo son salones de clases de la facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales, en la otra mitad del segundo nivel del departamento de maestrías de la facultad de Ciencias Económicas, en el tercer nivel se encuentran las oficinas de: la dirección general de investigación, Revista de la USAC, CEUR y DEAI.

1.1.1 Caracterización de carga instalada

La carga instalada en el edificio S-11 se puede clasificar en diferentes tipos, ya que existe una diversidad de aparatos eléctricos como electrónicos.

Carga tipo inductivo se encuentran: las lámparas fluorescentes ya que utilizan componentes inductivos y la mayoría de los ambientes están iluminados con dichas lámparas, también existen una diversidad de aparatos como las bombas de agua, máquina engrapadora, aire acondicionado. Cargas tipo resistivo se encuentran: cafeteras, máquina *offset*, hornos microondas y por ser un edificio con varias oficinas utilizan una gran cantidad de equipo electrónico de estado sólido, como ordenadores, fotocopiadoras y máquinas de escribir.

En la tabla siguiente se muestran la descripción de los distintos aparatos instalados en el edificio.

Tabla I. Descripción de los aparatos instalados en el edificio

Descripción	Voltaje nominal (volts) de los aparatos que se encuentran en el edificio	Potencia (watts)
Cafetera	110	1090
Computadora	120	350
Fotocopiadora de piso	120	1430
Horno de Microondas	110	1700
Impresora	120	80
Lámpara fluorescente	120	80
Lámpara fluorescente	120	40
Maquina offset	115	1300
Secadora de manos	120	1800
Aire acondicionado	120	696
Cámara fotográfica	208	1000
Compaginadora	120	570
Engrapadora	120	262
Reflectores	208	400
Bomba de agua	220	2984

En las siguientes figuras se muestra el compartimiento de las potencias activa y reactivas a lo largo del día, en la cual puede observarse que existe un menor consumo de potencia entre las horas 23:00hrs y 07:00hrs y un mayor consumo en las horas 16:00hrs y 21:00hrs, dado que en este horario todos los aparatos de las oficinas son encendidos, y se presenta el pico de mayor consumo cuando anochece ya que todas las luces son encendidas.

Figura 1. Curva de demanda diaria de potencia activa

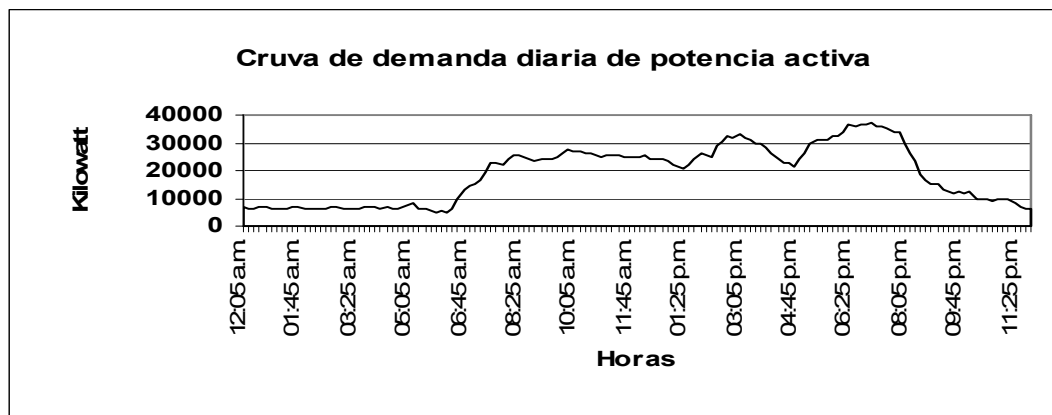
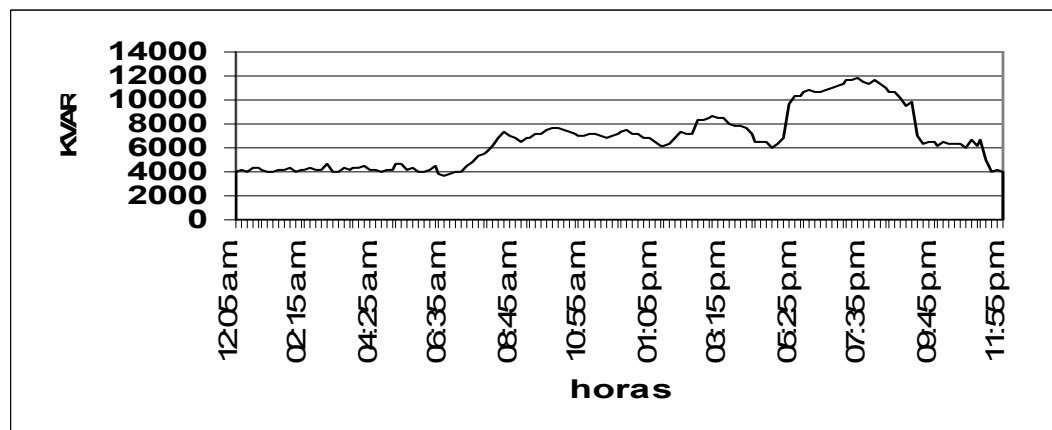


Figura 2. Curva de demanda diaria de potencia reactiva



Los datos para obtener las características de la carga del edificio se muestran en los apéndices, así también en el listado que a continuación se presenta:

- Factor de potencia de 0.91 en promedio.
- Frecuencia de 59.99 Hz
- Una carga instalada de 97 KW.
- La energía consumida durante el día es de 453.8KWh.
- La demanda máxima (Dmax) es de 36.9kW.

1.1.1.1 Cálculo de la demanda promedio

Para calcular la demanda promedio se utilizara la ecuación siguiente:

$$DP = \frac{\text{Energía consumida en el periodo}}{\text{No. horas del periodo}} \quad \text{Ec. 1.1}$$

En donde:

DP: demanda promedio

Ingresando datos a la ec. 1.1 se obtiene:

$$DP = \frac{453.8 \text{ KWh}}{24 \text{ h}} = 18.9 \text{ KW}$$

1.1.1.2 Cálculo del factor de carga

El factor de carga se obtiene con la siguiente ecuación:

$$F_c = \frac{DP}{D_{\max}} \quad \text{Ec. 1.2}$$

Donde:

DP: demanda promedio

Dmax: demanda máxima

Introduciendo valores a la ec.1.2 se obtiene:

$$F_c = \frac{18.9KW}{36.9KW} = 0.51$$

El factor de carga (Fc) indica la forma en que se utilizan los aparatos eléctricos instalados en el edificio, el resultado calculado es de 0.51 que muestra que en el edificio se tiene un moderado consumo de energía, como puede observarse en la gráfica de la figura 1, ya que un consumo alto de energía el factor de carga estaría entre el intervalo de 0.5 a 1.0, y un consumo de energía bajo estaría en el intervalo de 0.0 a 0.5.

1.1.1.3 Cálculo del factor de pérdidas

Dado que existe una relación entre el factor de carga (Fc) y el factor de pérdidas (Fp), pues ambos se refieren a la misma curva típica de demanda diaria, se utiliza la siguiente fórmula para encontrar el factor de pérdidas en función del factor de carga:

$$Fp = A(Fc)^2 + B(Fc) \text{ Ec. 1.3}$$

Donde:

Fc: es el factor de carga

A: coeficiente de valor de 0.85

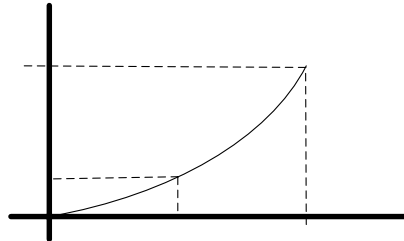
B: coeficiente de valor de 0.15

Introduciendo valores a la ecuación 1.3 se obtiene:

$$Fp = 0.85(0.51)^2 + 0.15(0.51) = 0.30$$

Dado que el factor de carga y el factor de pérdidas tienen una relación tipo exponencial como la de la siguiente gráfica. Como puede observarse con un factor de demanda de 0.51 se obtiene un factor de pérdidas 0.30 lo que indica que a mayor factor de carga se tendrá un mayor factor de pérdidas y viceversa con un factor de carga menor un factor de pérdidas menor.

Figura 3. Relación entre factores de carga y de pérdidas



1.1.2 Estado actual y dimensionamiento de conductores

Fp

1

El estado físico de los conductores de las instalaciones eléctricas de edificio S-11 según inspección visual, se encuentran en buenas condiciones, ya que no presentan muestras de cristalización, o quemaduras, por haber sufrido un cortocircuito severo, el material aislante que cubre los conductores, y por medio de pruebas de resistencia de aislamiento de carácter no destructivo realizadas.

0.3

O

1.1.2.1 Resistencia de aislamiento

El nivel de aislamiento de una instalación eléctrica se entiende como la capacidad del aislamiento para oponerse a las corrientes de conducción y de fuga, cuando se aplica un voltaje entre todas las partes vivas conectadas entre sí y las estructuras metálicas y partes normalmente conectadas a tierra.

Las pruebas efectuadas en el edificio S-11 se realizaron con el instrumento de medición *megger*, estas consistieron en medir el aislamiento en circuitos al azar del segundo nivel, con el siguiente procedimiento.

Primer paso fue colocar en *off* (apagado) el flipon del tablero principal del segundo nivel.

Segundo paso fue poner en *on* (encendido) todos los interruptores de las lámparas que contiene los circuitos.

Tercer paso consistió en poner el *megger* en la escala más grande, la cual era de más $500M\Omega$.

Cuarto paso fue conectar el *megger* entre las líneas vivas de circuitos al azar, línea neutro y las partes metálicas del tablero, y la tierra del tablero, luego accionar el *megger* para efectuar la medición, la cual en todos los casos, dio como resultado un valor cerca de los $500M\Omega$ los cuales sobrepasan el valor de $1M\Omega$ que es el valor mínimo requerido para cables calibre 12, de los cuales en su mayoría son todos los circuitos en el tablero, según Tabla de Valores de resistencia de aislamiento que se puede ver en el anexo I.

1.1.2.2 Capacidad, calibres y secciones de los conductores eléctricos

Los conductores se encuentran en diferentes calibres determinados por el tamaño del área transversal, los cuales están estipulados por la *American Wire Gauge (AWG)*, siendo esta el área transversal dada en circular mil (cmil) y en milímetros cuadrados, la que determina la capacidad de corriente que pueden conducir.

Para calcular el área transversal y la capacidad de conducción de corriente de los conductores de las instalaciones eléctricas en el edificio se utilizaron las tablas del anexo A, las cuales muestran el calibre del conductor según el área transversal en cmil y en milímetros cuadrados, así como la capacidad de conducción para dos tipos de material aislante con un rango de temperatura determinado.

Determinando el área trasversal del cable de la acometida, el cual tiene un cable tipo AWG THW calibre no. 1/0, se encuentra que tiene un área de 105600 cmil o 53,5 milímetros cuadrados, con una capacidad de conducción de 150 amperios a una temperatura a 75 °C.

El la tabla del anexo H se muestra las áreas transversales y capacidad de conducción de corriente de los conductores en las instalaciones eléctricas del edificio, siendo cables AWG THW a una temperatura de 60 °C.

Tabla II. Características de los conductores en los tableros del edificio

No. Circuito	Conductor TW	Área (mm ²)	Capacidad de conducción (amperios)
Tableros principales de nivel			
1	4	21.2	85
Tableros del primer nivel			
de 1 a 18 y de 22 a 25	14	2.1	20
19, 21	10	5.3	30
20, 26, 27	8	8.4	40
Tablero auxiliar del primer nivel			
1, 2, 3	12	3.3	20
Tablero del segundo nivel			
de 1 a 23 y de 25 a 32	12	3.3	20
24	8	8.4	40
33	6	13.3	55
Tableros del tercer nivel			
de 1 a 32 y 34	12	3.3	20
36	10	5.3	30
Tableros aux. no. 1 del tercer nivel			
de 1 a 11	12	3.3	20
Tableros aux. no. 2 del tercer nivel			
1	10	5.3	30
Tableros aux. no. 3 del tercer nivel			
1 y 2	12	3.3	20
Tableros aux. no. 4 del tercer nivel			
de 1 a 4	12	3.3	20
Tableros aux. no. 5 del tercer nivel			
1 y 2	12	3.3	20
Tableros aux. no. 6 del tercer nivel			
de 1 a 5	12	3.3	20

1.1.3 Tuberías y canalizaciones

En el edificio existen varios tipos y medidas de canalizaciones, tales como tubos galvanizados, que tiene una excelente resistencia mecánica y de corrosión, canaletas, las cuales están fabricadas de lamina doblada en forma rectangular o cuadrada, tubos conduit negro, tiene una buena resistencia mecánica pero una pobre resistencia a la corrosión, tubos pvc eléctrico no tiene resistencia mecánica pero si versatilidad y liviano peso, y poliducto, que es tubo plástico de mucha versatilidad.

En la acometida se utilizaron tubos galvanizados de 4" ϕ hasta el tablero principal. Del tablero principal se conducen a las líneas por medio de canaletas de 3" x 3", hasta cada uno de tableros principales de nivel, ver fotografías no. 26 y 10 del anexo J.

En el primer nivel se utiliza canaleta de 3" x 3" en todo el pasillo, sirviendo para dos usos; uno servir como base para instalar las lámparas fluorescentes del pasillo, y dos para conducir a cada uno de los salones el cableado necesario para la iluminación, ver fotografía no. 11 del anexo J, utilizando tubos conduit negro de $\frac{3}{4}$ " ϕ y $\frac{1}{2}$ " ϕ , para realizar dichas derivaciones hasta los interruptores ver fotografía no. 13 del anexo J y para conducir las líneas de los tomacorrientes sobrepuestos por la readecuación de salones en oficinas., así también se utilizo poliducto de $\frac{3}{4}$ " ϕ bajo piso para conducir las líneas de los tomacorrientes.

En el segundo y tercer nivel tiene las mismas características del primer nivel a excepción de que en estos niveles existen tableros auxiliares cuyas líneas son conducidas en tubos pvc eléctrico sobrepuesto en el techo ver fotografía no. 14 del anexo J.

1.1.4 Protección

Una instalación apropiadamente protegida es aquella en la cual se cuenta con un sistema coordinado de elementos que desempeñen las funciones de: evitar situaciones peligrosas para las personas, minimizar daños por situaciones anormales de operación y aislar la zona específica donde aparece la falla de tal forma que el resto de la instalación que no se encuentra implicada siga funcionando en las mejores condiciones posibles.

Las instalaciones eléctricas del edificio S-11 están protegidas por los elementos de protección tales como: fusibles en el caso del banco de transformadores de la subestación, que alimenta al edificio, ver fotografía 26 del anexo J y los interruptores termomagnéticos (flipones) que protegen cada ramal de las instalaciones del edificio, ver fotografía 9 del anexo J.

1.1.4.1 Pruebas de disparo

Se realizaron las pruebas de disparo, tomando interruptores termomagnéticos (flipón) al azar de 20A, en el tablero principal del segundo nivel, para verificar su funcionamiento durante una falla.

La prueba de cortocircuito, consistió en poner en la posición de *off* (apagado) el flipón, luego se desconectó del tablero y se desconectó del flipón la línea del circuito que protege, después se conectó el extremo de un alambre forrado de calibre 12, en la cual estaba provista de un adaptador para poder instalarle un fusible (que en este caso se utilizó de 30 A), después se colocó en su lugar el flipón, luego se conectó a tierra otra porción de alambre forrado de calibre 12, lo siguiente fue poner en la posición de *on* (encendido) el flipón, y después de tomar las previsiones se procedió a unir los extremos de los alambres para provocar un cortocircuito, encontrándose que todas las pruebas efectuadas a los flipones, estos se disparaban correctamente.

La prueba de sobre carga realizada en las flipones de 20A, consistió en poner en la posición de *off* (apagado) el flipón; luego se desconectó del tablero y se desconectó del flipón la línea de circuito que protege; después se conectó al flipón una de las puntas del circuito diseñado para realizar la prueba que consistió en colocar en paralelo 31 plafoneras con focos de 100 W., un interruptor y un reóstato de 400 W., (para obtener una configuración que de como resultado una pequeña resistencia y con esto el aumento de la corriente); luego se conectó la otra punta del circuito a tierra; después se instaló de nuevo el flipón en el tablero.

Lo siguiente fue graduar el reóstato para tener una resistencia de 50Ω , luego se puso en la posición de *on* (encendido) el flipón y se cerro el interruptor, lo que dio como resultado una corriente por el reóstato aproximadamente de 2.35 A., después de esperar un tiempo aproximado de 40 minutos, ya que con este circuito se busca disparar el flipón por acción térmica, se disminuyo la resistencia del reóstato a 41Ω para disminuir la resistencia del circuito y con esto aumentar la corriente del circuito, teniendo una corriente por el reóstato aproximadamente de 2.93 A, después de unos minutos el flipón se disparo.

Dado que no se contaba con otros medios para realiza esta prueba que nos permitieran aplicar una corriente lo suficientemente grande para disparar el flipón instantáneamente, se utilizo el circuito que aplica una carga grande pero no lo suficiente para disparar el flipón instantáneamente, por ello fue necesario esperar un tiempo, para que por medio de reacción térmica se disparara el flipón, además se utilizo este circuito ya que con esta configuración se buscaba que por el reóstato no se disipara una potencia mayor que la que puede soportar, y también que la mayoría de los componentes, son de muy fácil acceso.

1.1.5 Tableros

El edificio estaba diseñado para contener únicamente cinco tableros, los cuales son: el del flipón principal, el del tablero principal y un tablero principal por nivel. Pero por las readecuación de los salones en oficinas se han instalados varios tableros auxiliares, todos estos tableros contienen flipones que protegen los circuitos eléctricos.

1.1.5.1 Condición actual

El primer tablero del edificio esta ubicado en el pasillo de la entrada este, el cual contiene el flipón principal del edificio, pasan por él cuatro cables tipo AWG THW calibre 1/0 del banco trifásico de una potencia de 75KVA, conectado estrella-estrella aterrizado, instalado en un poste ubicado a 15mts, obteniendo un voltaje en el secundario de 208Y/120 voltios, trifásicos, 4 alambres, encontrándose en buenas condiciones. La siguiente tabla se muestra las características de este tablero.

Tabla III. Tablero principal trifásico de la acometida

No. Circuito	Descripción	Voltaje (voltios)	D.M.E.	Protección en A.
1	Entrada principal a la par del demandometro	208	71141	225

A seis metro del tablero anterior, en un recinto especial, se encuentra el tablero principal, el cual también esta alimentado por cables tipo AWG THW calibre 1/0, esta compuesto de 42 polos ocupando 9 polos que son de los circuitos para los tableros principales de nivel, y los demás están desocupados. Este tablero se encuentra en buenas condiciones, ver fotografía 1 del anexo J. La tabla siguiente se muestra las características de los circuitos del tablero principal.

Tabla IV. Tablero principal

No. Circuito	Descripción	Voltaje (voltios)	D.M.E.	Protección en A.
1	Flipón principal	208	71141	225
2	Flipón principal de Primer nivel	208	21276	100
3	Flipón principal de segundo nivel	208	20060	100
4	Flipón principal de tercer nivel	208	29806	100

Junto al tablero principal se encuentra el tablero principal de nivel, ver fotografía 2 del anexo J, alimentado por cables tipo AWG THW calibre 4, del tablero principal. Esta compuesto de 42 polos, ocupando 13 polos con circuitos de iluminación, 7 con circuitos de fuerza y el resto están desocupados. Se encuentra en buenas condiciones, pero su cableado esta muy desordenado.

También en el primer nivel se encuentra un tablero auxiliar en el salón 5, está alimentado con cables AWG THHN calibre 10, desde el tablero principal de nivel, esta compuesto de 8 polos, de los cuales únicamente se ocupan tres con circuitos de fuerza, también se encuentra en buenas condiciones. La tabla siguiente se muestra las características de los circuitos en los tableros.

Tabla V. Tablero principal y auxiliar del primer nivel

No. Circuito	Descripción	Voltaje (voltios)	D.M.E.	Protección en A.
1	Iluminación pasillo	120	640	1 X 20
2	Iluminación entrada oeste	120	880	1 X 20
3	Iluminación salón 104	120	1200	1 X 20
4	Iluminación salón 103	120	960	1 X 20
5	Iluminación salón 102	120	960	1 X 20
6	Iluminación salón 101	120	1200	1 X 20
7	Iluminación pasillo	120	640	1 X 20
8	Iluminación salón 106	120	720	1 X 20
9	Iluminación salón 106	120	960	1 X 20
10	Iluminación salón 107	120	960	1 X 20
11	Iluminación salón 108	120	960	1 X 20
12	Iluminación salón 109	120	960	1 X 30
13	Iluminación gradas oeste	120	80	1 X 20
14	Fuerza, salón 101,102	120	270	1 X 20
15	Fuerza, 103,104	120	270	1 X 20
16	Fuerza, 105, 106, 107	120	360	1 X 20
17	Fuerza, salón 101,102, 103, 104	120	540	1 X 20
18	Fuerza, salón 101,102, 103, 105	120	450	1 X 20
19	Fuerza, en bodega de tablero	208	200	2 X 40
20	Fuerza, de tablero auxiliar	208	648	2 X 40
21	Fuerza, gradas este	208	200	2 X 40
22	Fuerza, salones 108 y 109	120	270	1 X 20
23	Fuerza, salones 105, 106, 108, 109	120	720	1 X 40
24	Fuerza, salones 105, 106, 108, 110	120	720	1 X 30
25	Secadora de manos	120	828	1 X 30
26	Bomba de agua	120	750	1 X 30
27	Bomba de agua	120	750	1 X 30
Tablero auxiliar				
1	Fuerza	120	360	1 X 20
2	Fuerza	120	360	1 X 20
3	Fuerza	120	360	1 X 20

En el segundo nivel, se encuentra el tablero principal de nivel, ver fotografía 3 del anexo J, está alimentado con cables AWG THW calibre no. 4. Es de 42 polos, de los cuales son 15 circuitos de iluminación, 20 circuitos de fuerza y el resto están desocupados. Se encuentra en buenas condiciones. La siguiente tabla muestra las características de los circuitos en el tablero.

Tabla VI. Tablero principal del segundo nivel

No. Circuito	Descripción	Voltaje (voltios)	D.M.E.	Protección en A.
1	Iluminación pasillo	120	660	1 X 20
2	Iluminación gradas y baños oeste	120	200	1 X 20
3	iluminación salón 201	120	960	1 X 20
4	iluminación salón 202	120	1280	1 X 20
5	iluminación salón 203	120	960	1 X 20
6	Iluminación salón 204	120	960	1 X 20
7	Iluminación salón 205	120	960	1 X 20
8	Iluminación salón 206	120	1520	1 X 20
9	Iluminación pasillo	120	660	1 X 20
10	Iluminación baños este	120	160	1 X 20
11	iluminación salón 212	120	960	1 X 20
12	Iluminación salón 211	120	960	1 X 20
13	Iluminación salón 210	120	960	1 X 20
14	Iluminación salón 209	120	960	1 X 20
15	Iluminación salón 208	120	798	1 X 20
16	Fuerza, salón 201	120	90	1 X 20
17	Fuerza, salón 202	120	90	1 X 20
18	Fuerza, salón 203	120	90	1 X 20
19	Fuerza, salón 204	120	90	1 X 20
20	Fuerza, salón 205	120	90	1 X 20
21	Fuerza, salón 206	120	90	1 X 20
22	Fuerza, salones 201, 203, 204, 205,206	120	630	1 X 20
23	Fuerza, salones 201, 203, 204, 205,206	120	630	1 X 20
24	Fuerza, en bodega de tablero	208	200	2 X 40
25	Fuerza, salón 209	120	90	1 X 20
26	Iluminación salón 207 y baños	120	1200	1 X 20
27	Fuerza, salón 210	120	90	1 X 20
28	Fuerza, salón 211	120	90	1 X 20
29	Fuerza, salón 210 y 207	120	180	1 X 20
30	Fuerza, salón 208	120	479	1 X 20
31	Fuerza, salón 207, 208, 209, 210, 211, 212	120	630	1 X 20
32	Fuerza, salón 207, 208, 209, 210, 211, 212	120	990	1 X 20
33	Fuerza, tablero auxiliar en el salón 309	208	1333	2 X 50

En el tercer nivel en el recinto destinado, se encuentra el tablero principal de nivel, ver fotografía 4 del anexo J, alimentado con cables AWG THW calibre 4, del tablero principal. Es de 42 polos de los cuales 17 circuitos son de iluminación, 21 circuitos son de fuerza y el resto esta desocupado. El cableado de este tablero esta muy desordenado porque a sido muy manipulado. La siguiente tabla muestra las características de los circuitos en el tablero.

Tabla VII. Tablero principal del tercer nivel

No. Circuito	Descripción	Voltaje (voltios)	D.M.E.	Protección en A.
1	Iluminación pasillo	120	660	1 X 20
2	Iluminación salón 306	120	1380	1 X 20
3	Iluminación salón 305	120	960	1 X 20
4	Iluminación salón 304	120	960	1 X 20
5	Iluminación salón 303	120	960	1 X 20
6	Iluminación salón 302	120	1280	1 X 20
7	Iluminación salón 301	120	960	1 X 20
8	Iluminación baños y gradas este	120	400	1 X 20
9	Iluminación pasillo	120	680	1 X 20
10	Iluminación salón 307	120	960	1 X 20
11	Iluminación salón 308	120	1280	1 X 20
12	Iluminación salón 309	120	960	1 X 20
13	Iluminación salón 311	120	960	1 X 20
14	Iluminación salón 310	120	960	1 X 20
15	Iluminación salón 312	120	1280	1 X 20
16	Iluminación baños y gradas oeste	120	720	1 X 20
17	Fuerza, salón 301	120	90	1 X 20
18	Fuerza, salón 302	120	180	1 X 20
19	Fuerza, salón 303	120	90	1 X 20
20	Fuerza, salón 304	120	90	1 X 20
21	Fuerza, salón 305	120	90	1 X 20
22	Fuerza, salón 306	120	180	1 X 20
23	Fuerza, salón 301, 302, 303, 304, 305, 306	120	540	1 X 20
24	Fuerza, salón 301, 302, 303, 304, 305, 306	120	540	1 X 20
25	Fuerza, salón 312	120	180	1 X 20
26	Fuerza, salón 310	120	90	1 X 40
27	Fuerza, salón 311	120	90	1 X 20
28	Fuerza, salón 309	120	90	1 X 20
29	Fuerza, salón 308	120	180	1 X 20
30	Fuerza, salón 307	120	90	1 X 20
31	Fuerza, salones 307,308, 309, 310, 311, 312	120	540	1 X 20
32	Fuerza, salones 307,308, 309, 310, 311, 312	120	1080	1 X 30
33	Fuerza, en bodega de tablero	208	200	2 X 40
34	Fuerza, salón 301	120	718	1 X 40
35	Fuerza, tablero auxiliar No. 1 salón 311	208	638	2 X 70
36	Iluminación parqueo	120	1000	1 X 40

Existen 6 tableros auxiliares en el tercer nivel, cuatro de ellos se encuentran dentro del recinto destinado en el nivel, alimentados cada uno con cables AWG THW calibre 6 del tablero principal de nivel; El tablero aux. 1 es de 12 polos los cuales todos están ocupados por circuitos de fuerza, en los salones 3 y 4, ver fotografía 5 del anexo J; El tablero aux. 2 es de 4 polos, siendo utilizado únicamente dos polos, destinado para el aire acondicionado en el salón 311, ver fotografía 6 del anexo J; El tablero aux. 3 es también de 4 polos, utilizándose únicamente dos polos para circuitos de fuerza en el salón 302, ver fotografía 7 del anexo J; El tablero aux. 4 es de 8 polos, de los cuales están ocupados únicamente 6 con circuitos de fuerza en los salones 307, 308 y 309, ver fotografía 8 del anexo J. Todos los tableros se encuentran en buenas condiciones.

Los restantes tableros se encuentran ubicados en los salones 307 y 309; El tablero aux. 5 en el salón 307 esta alimentado con cables AWG THW calibre 10 del tablero aux. 4. Es de 8 polos, siendo utilizados únicamente dos con circuitos de fuerza; El tablero aux. 6 en el salón 309 es alimentado con cables AWG THW calibre 8, del tablero principal del segundo nivel, es de 8 polos de los cuales únicamente 7 están ocupados con circuitos de fuerza para el equipo de imprenta ubicado en el salón. Los tableros se encuentran en buenas condiciones. La siguiente tabla muestra las características de los circuitos de todos los tableros auxiliares en el tercer nivel.

Tabla VIII. Tableros auxiliares en el tercer nivel

No. Circuito	Descripción	Voltaje (voltios)	D.M.E.	Protección en A.
Tablero aux. No.1				
1	Fuerza, revista Usac	120	479	1 X 30
2	Fuerza, salón 309	120	479	1 X 20
3	Fuerza, salón 305	120	239	1 X 20
4	Fuerza, tablero auxiliar No. 5 en salón 307	208	756	2 X 20
5	Fuerza, salón 312	120	239	1 X 20
6	Fuerza, salón 303	120	479	1 X 30
7	Fuerza, salón 304	120	180	1 X 20
8	Fuerza, salón 304	120	270	1 X 20
9	Fuerza, salón 312	120	239	1 X 20
10	Fuerza, salón 312	120	239	1 X 20
11	Fuerza, salón 302	120	479	1 X 30
Tablero aux. No. 2				
1	Aire acondicionado	208	349	2 X 30
Tablero aux. No. 3				
1	Fuerza, salón 302	120	180	1 X 20
2	Fuerza, salón 302	120	239	1 X 20
Tablero aux. No. 4				
1	Hornos de microondas	120	576	1 X 20
2	Maquina de offset	120	650	2 X 30
3	Fuerza, salón 308	120	239	1 X 20
4	Fuerza, tablero auxiliar No.5 en salón 307	120	718	2 X 20
Tablero aux. No. 5 en el salón 307				
1	Fuerza	120	239	1 X 20
2	Fuerza	120	479	1 X 20
Tablero aux. No. 6 en el salón 308				
1	Cámara fotográfica	120	400	2 X 30
2	Iluminación	120	80	1 X 15
3	Máquina offset	120	520	2 X 30
4	Compaginadora	120	228	1 X 20
5	Engrapadora	120	105	1 X 15

1.2 Análisis de redes

En este inciso se hace la descripción de los resultados del análisis de los parámetros relacionados con la calidad de energía eléctrica en el edificio, en un lapso de tiempo 24 horas, presentando los resultados en graficas, y los valores de las mediciones en el apéndice. Las mediciones fueron obtenidas con el instrumento de medición PowerPad™ modelo 3945, proporcionado por la división de servicios generales de la Universidad de San Carlos de Guatemala, así también la asesoría técnica.

1.2.1 Corrientes

Como puede observarse en los datos de la tabla XXXIX del apéndice, y en las figuras 1, 2, 3 y 4 de las líneas la corriente comienza a aumentar desde las 07:00 horas, manteniendo un valor promedio de 68.68A para la línea uno, 41.63A para la línea dos, 57.97A para la línea tres y de 35.78A para la línea neutro, hasta las 22:25 horas, en que vuelve a descender los valores de las corrientes. Durante este lapso se tiene valores picos de corrientes, ya que en estas horas es cuando toda la gama de aparatos eléctricos de oficina y de iluminación son encendidos.

Figura 4. Gráfica de corriente contra tiempo de la línea uno

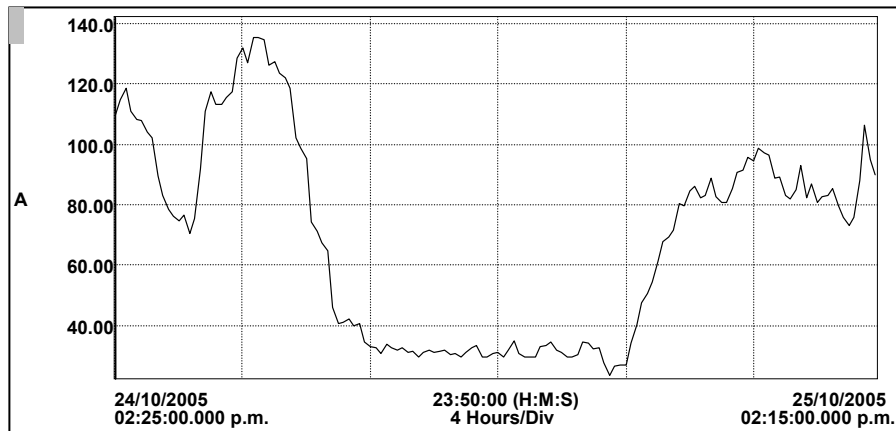


Figura 5. Gráfica de corriente contra tiempo de la línea dos

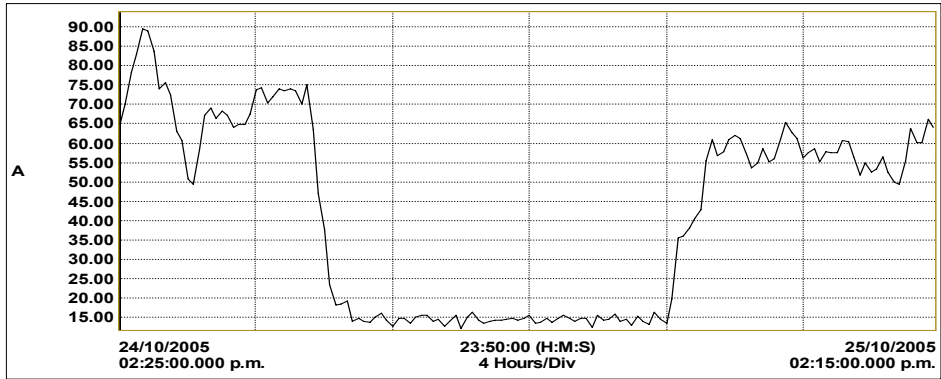


Figura 6. Gráfica de corriente contra tiempo de la línea tres

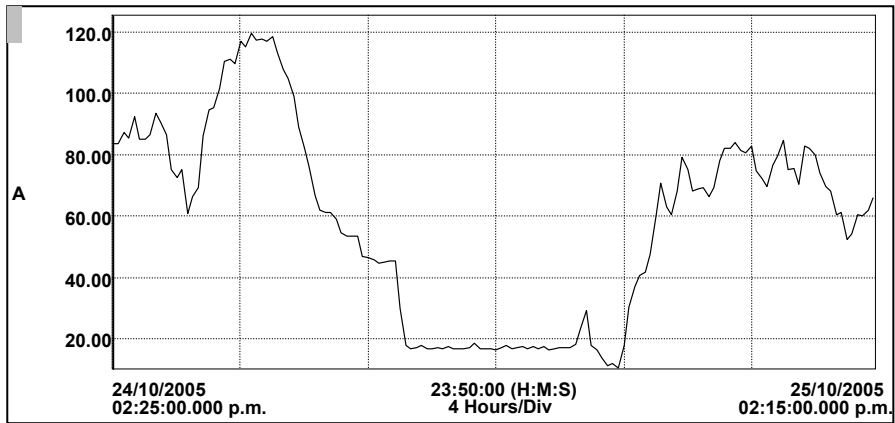
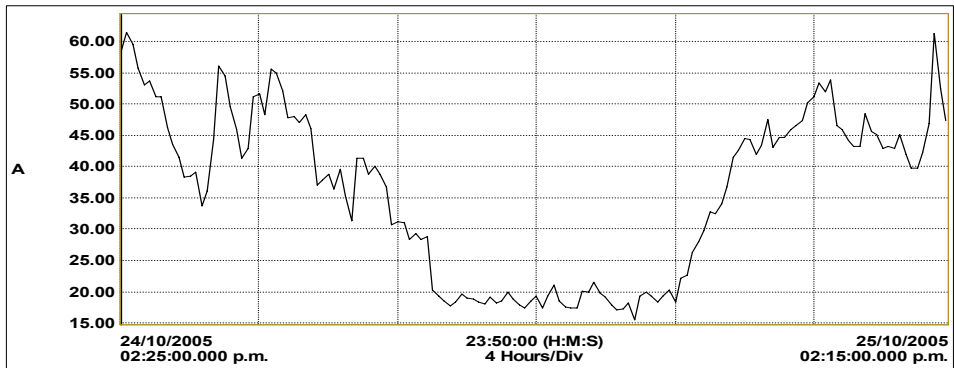


Figura 7. Gráfica de corriente contra tiempo de la línea neutro



Como puede observarse en las figuras anteriores existe un desbalance de corriente entre las líneas, ya que en el edificio se han realizado varias instalaciones nuevas, haciendo únicamente un análisis del calibre del conductor de la nueva carga, sin hacer un estudio de balance de carga. Además los horarios en que están encendidos los aparatos eléctricos no es el mismo para cada línea.

La circulación de corriente por la línea neutro se debe a que toda la carga instalada es monofásica y como puede observarse es similar al comportamiento de las demás líneas.

A forma de resumen se presentan los valores máximos, a la hora que se tomaron, y promedio de las corrientes de cada una de las líneas:

Línea uno: máxima = 135.4 A a las 18:45 horas.

promedio = 68.26 A.

Línea dos: máxima = 89.3 A a las 15:05 horas.

promedio = 41.63 A

Línea tres: máxima = 119.2 A a las 18:45 horas.

promedio = 57.97 A

Línea neutro: máxima = 61.3 A a las 14:35 horas.

promedio = 35.78 A

1.2.2 Voltajes

La medición de los voltajes realizada en cada una de las líneas vivas, arrojó los datos mostrados en las graficas siguientes y en el listado de valores de la tabla XL del apéndice. Como puede observarse en la línea uno se tiene un rango de variación entre 116.1 V a 123.4 V, en la línea dos 117.3 V a 123.8 V, en la línea tres 117.1 V a 123.7V, lo que refleja al igual que el caso de la corriente, estos valores muestran una mala distribución de la carga en las líneas a lo largo del día.

Figura 8. Gráfica de voltaje contra tiempo de la línea uno

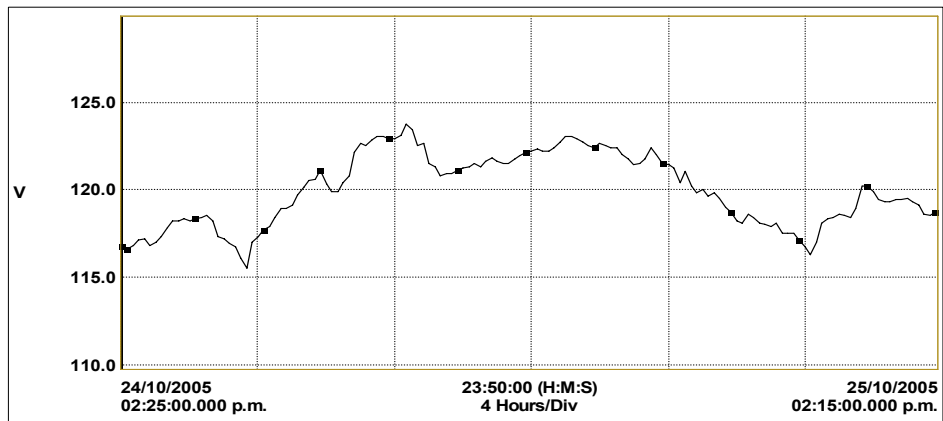


Figura 9. Gráfica de voltaje contra tiempo de la línea dos

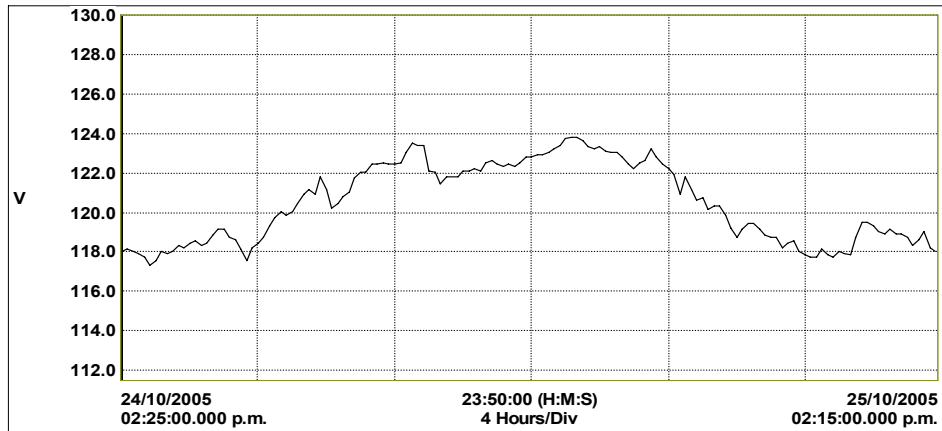
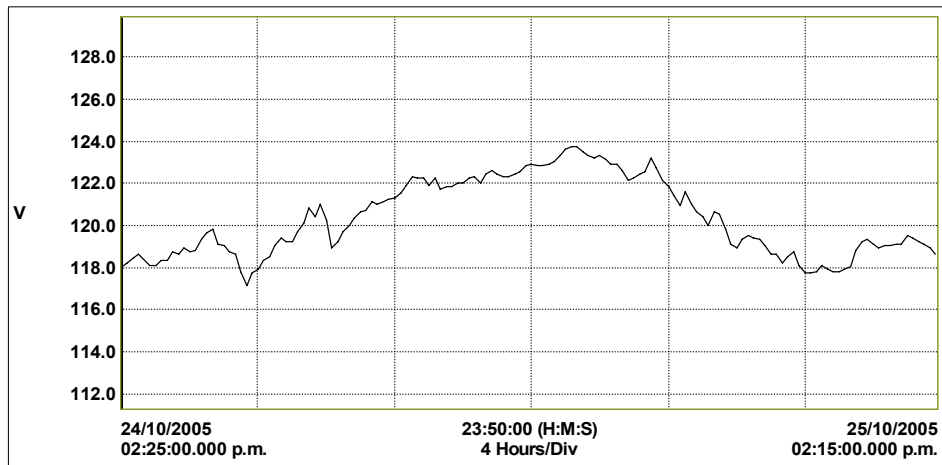


Figura 10. Gráfica de voltaje en contra tiempo de la línea tres



Para determinar la calidad de la energía que se consume en el edificio, se utiliza el cálculo del índice de calidad de regulación establecido en las normas técnicas del servicio de distribución (NTSD), cuyo procedimiento es el siguiente:

Según el Artículo 23 de –NTSD- el índice de calidad de regulación de tensión se puede evaluar la tensión en el punto de entrega del distribuidor al usuario, en un intervalo de medición (k), será el valor absoluto de la diferencia (ΔV_k) entre la media de los valores eficaces (RMC) de tensión (V_k) y el valor de la tensión nominal (V_n), medidos en el mismo punto, expresado como un porcentaje de la tensión nominal:

$$\text{Índice de regulación de tensión (\%)} = \Delta V_k (\%) = (|V_k - V_n| / V_n) \times 100 \quad \text{EC. 1.4}$$

En el Artículo 24 de –NTSD-, el cual establece, las tolerancias admitidas en la desviación porcentual, respecto de las tensiones nominales en los puntos de entrega de energía eléctrica, serán las indicadas en cada una de la etapa de transición y régimen, -En el caso del edificio S-11, es de tipo transición por el tiempo que tardo la medición-, para una tolerancia admisible respecto del valor nominal en etapa de transición y un servicio urbano de baja tensión debe de ser del 12 %. En la tabla XLII del apéndice se puede observa los valores de las mediciones realizadas en el edificio, los cuales no llegan al 12 % máximo de regulación de tensión, por lo cual esta dentro del rango permitido por la norma.

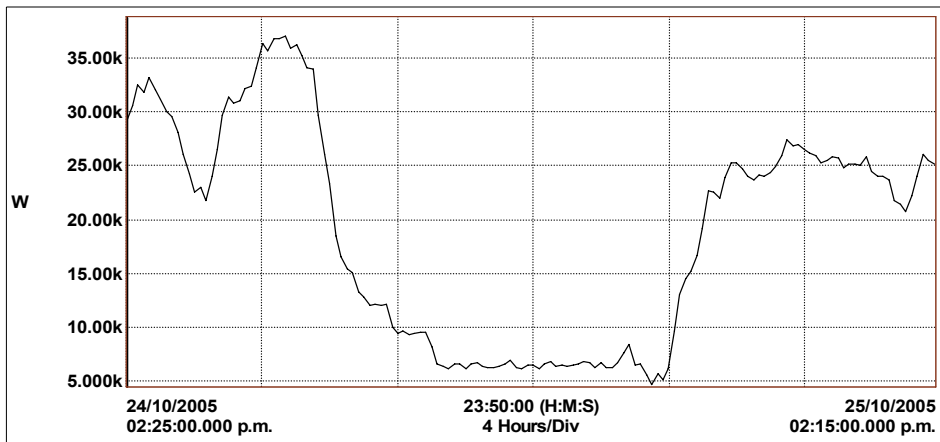
1.2.3 Potencia

Se obtuvieron durante la medición los valores de las potencias activa, reactiva y aparente. Permitiendo observar el comportamiento de la carga a lo largo del periodo de medición.

1.2.3.1 Activa

La siguiente figura muestra la potencia total consumida en el edificio durante el periodo de medición, donde se observa un consumo promedio de 26 KW desde las 08:15 a la 20:15 horas, ocurriendo un pico máximo de 36 KW ocurrido durante las 18:25 y 19:45 horas, y un consumo mínimo promedio de 6.5 KW ocurrido en las horas restantes. Los datos completos de las potencias se muestran en la tabla XLI del apéndice.

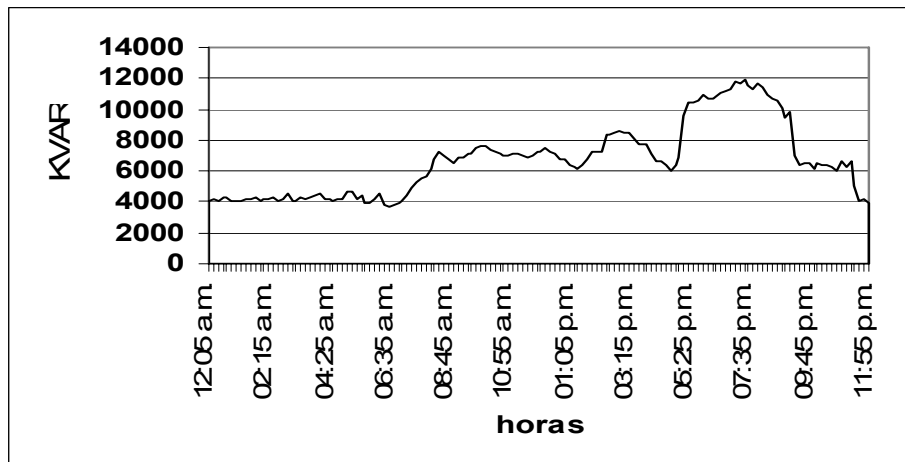
Figura 11. Gráfica de potencia activa total contra tiempo



1.2.3.2 Reactiva

La siguiente figura muestra el comportamiento de la potencia reactiva total consumida en el edificio durante el periodo de medición, se observa que durante las 08:45 y 21:45 horas la potencia reactiva tiene un valor promedio de 6.5 KVAR, dándose un consumo máximo de 11 KVAR desde las 18:25 a las 20:15 horas, teniendo un valor mínimo promedio de 4.3 KVAR durante el resto de las horas. Los valores de las potencias reactivas se muestran en el apéndice.

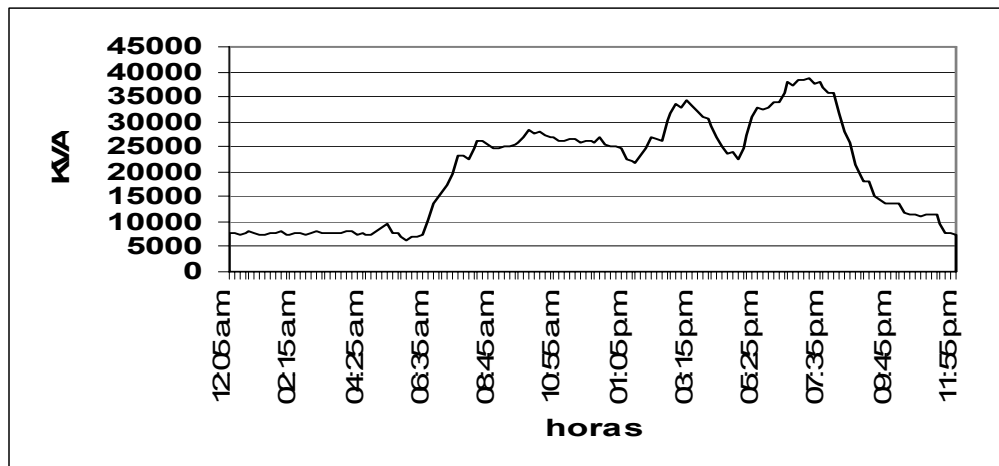
Figura 12. Gráfica de potencia reactiva total contra tiempo



1.2.3.3 Aparente

En la siguiente figura se muestra el comportamiento de la potencia aparente total consumida durante el periodo de medición. Como se observa durante las 08:45 a las 20:45 horas se consume un promedio de 25 KVA dándose un máximo consumo de 38KVA durante las 18:25 a 19:35 horas, durante el resto de horas se tiene un consumo mínimo promedio de 7.5 KVA. Los datos se pueden observar en las tablas del apéndice.

Figura 13. Gráfica de potencia aparente total contra tiempo



1.2.3.4 Factor de potencia

La Empresa Eléctrica de Guatemala S. A., en sus normas para acometidas de servicios eléctricos en la XII edición 1998, que en ningún caso el factor de potencia (fp) del usuario debe de ser menor al 85% ($fp=0.85$). Los valores obtenidos en las mediciones indican que durante las horas de mayor consumo de energía en el edificio el factor de potencia en las fases permanece dentro de las normas.

Durante los periodos de bajo consumo de energía se produce un desbalance de carga en las fases del sistema eléctrico provocando que el factor de potencia individual de las líneas caiga por debajo del límite permitido. Durante los periodos de poco consumo de energía y las corrientes son muy bajas tendiendo a cese, no son tomadas en cuenta ya que el equipo utilizado no es tan sensible y marca valores de factor de potencia igual a cero, por ello estos valores no son tomados en cuenta para realizar las graficas del factor de potencia de las fases. Estos datos se pueden observar en el apéndice, tabla XLII.

El factor de potencia en la línea uno es muy estable, con un promedio de 0.97, durante el tiempo en que se consume más energía en el día, 07:05 a 19:45 horas, luego cae el factor de potencia a un valor promedio de 0.84. El factor de potencia en la línea dos también es muy estable, con un promedio de 0.97, durante el tiempo en que se consume más energía en el día, 06:55 a 20:25 horas, luego cae el factor de potencia a un valor promedio de 0.80. El factor de potencia de la línea tres, al igual que las anteriores líneas presenta un factor de potencia estable de 0.96, durante el tiempo en que se consume más energía en el día, 07:15 a 22:05 horas, luego cae el factor de potencia a un valor promedio de 0.85. El comportamiento del factor de potencia en cada línea se puede observar en las siguientes figuras.

Figura 14. Gráfica del factor de potencia contra tiempo, de la línea uno

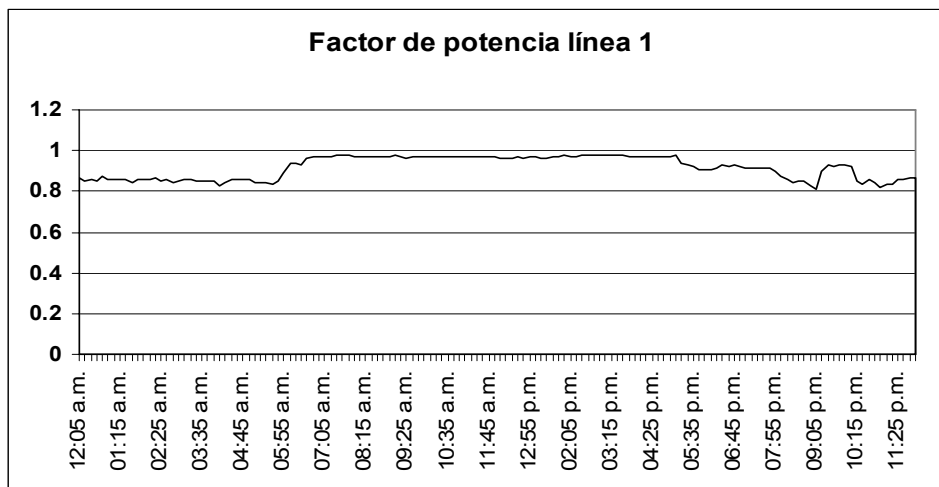


Figura 15. Gráfica del factor de potencia contra tiempo, de la línea dos

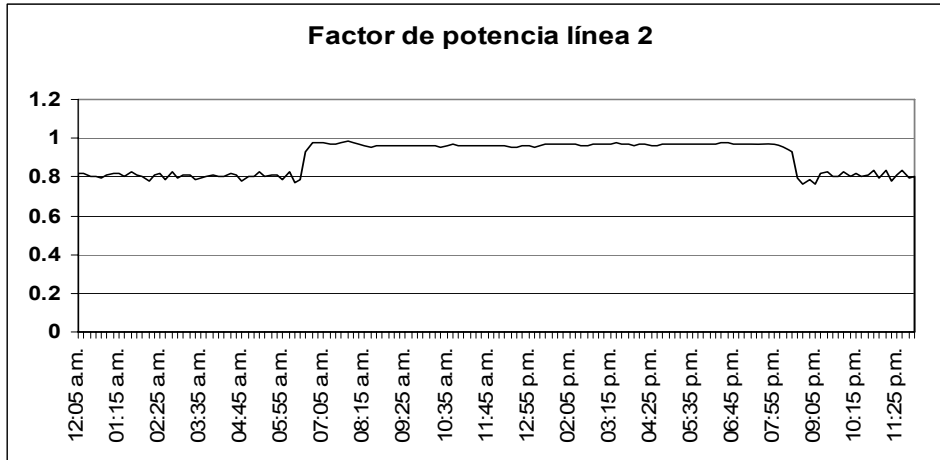
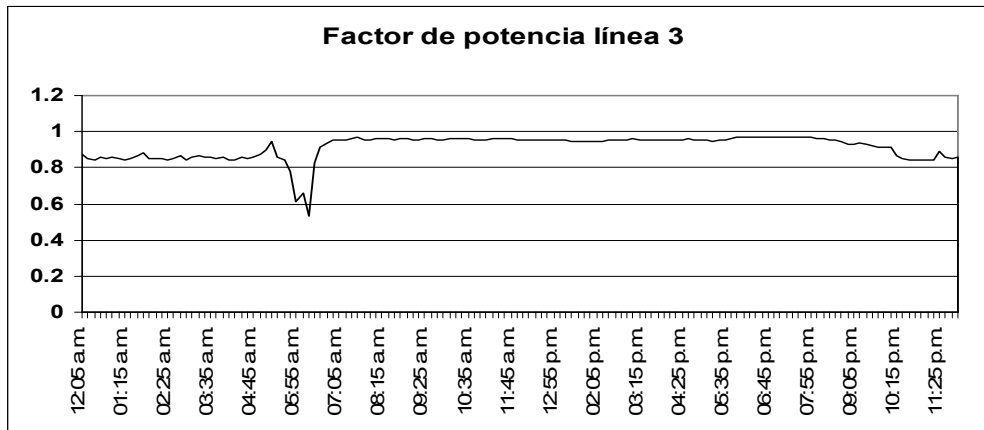


Figura 16. Gráfica del factor de potencia contra tiempo, de la línea tres



Haciendo un promedio de los valores del factor de potencia en cada una de las líneas se tiene que en línea uno, un factor de potencia de 0.92, en la línea dos un factor de potencia de 0.90 y en la línea tres un factor de potencia de 0.91. Estos resultados muestran que hay un desbalance en la línea dos con respecto a la línea uno y tres, como se pudo ver en el inciso de corrientes.

1.2.4 Análisis de armónicos

1.2.4.1 Distorsión armónica THDV

Distorsión total armónica de voltaje (THD, por sus siglas en inglés) es la distorsión de la onda senoidal de corriente o de tensión eléctrica de frecuencia nominal, ocasionada por la presencia de señales eléctricas senoidales de frecuencias diferentes y múltiplos de dicha frecuencia nominal, las cuales son perjudiciales a todos los aparatos eléctricos conectados al sistema eléctrico con este problema.

Para localizar la presencia de distorsión armónica la comisión nacional de energía eléctrica establece en sus normas técnicas del servicio de distribución (NTSD), el índice de calidad de la distorsión armónica de la tensión (DATT), el cual esta expresado como un porcentaje y calculado con las siguientes ecuaciones:

$$DATT(\%) = (\sqrt{\sum V_{i2} / V_{12}}) \times 100 \quad \text{EC. 1.5}$$

$$DAIT(\%) = (V_i / V_1) \quad \text{EC. 1.6}$$

Donde:

DATT : Distorsión armónica total de tensión.

DAIT : Distorsión armónica individual de tensión.

V_i : Componente de tensión de la armónica de orden i .

V_1 : Componente de tensión de la frecuencia fundamental (60 Hz).

Según el Artículo 32 de –NTSD- Se considera que la energía eléctrica es de mala calidad cuando, en un lapso de tiempo mayor al cinco por ciento del correspondiente al período de medición, las mediciones muestran que la distorsión armónica de tensión ha excedido el rango de tolerancias establecidas.

Una medición de distorsión armónica de tensión es considerada fuera de las tolerancias establecidas, si se excede el valor de la distorsión armónica individual o el valor de la distorsión armónica total.

En el caso de que los valores de la distorsión total de tensión hubieran superado los valores establecidos por las normas se debe de indemnizar a los afectados según el Artículo 34 de la –NTSD-, el cual dice:

Artículo 34. Indemnización por distorsión armónica total de la tensión. Los distribuidores deberán indemnizar a sus usuarios por aquellos servicios en los que se compruebe que las condiciones de distorsión armónica han excedido las tolerancias establecidas en el Artículo 32 de las normas –NTSD- y se mantendrá hasta que se compruebe, en forma fehaciente, que el problema ha sido resuelto.

La indemnización esta basada en función de las desviaciones por encima de las tolerancias establecidas para los Índices o indicadores DAIT Y DATT, y la energía suministrada en esas condiciones.

Se define como (DPAk) a la distorsión armónica encontrada en cada intervalo de medición k , por encima de las tolerancias establecidas, según la siguiente expresión:

$$DPAk = \text{Max} \left[0, \frac{DATT_{(k)} - DATT}{DATT} \right] + \frac{1}{3} \sum_2^{40} \text{Max} \left[0, \frac{DAIT_{i(k)} - DAIT_i}{DAIT_i} \right] \text{ EC. 1.7}$$

Donde:

DAPk: es la distorsión penalizable de para cada intervalo de medición k .

$DATT_{(k)}$: es la distorsión armónica total de tensión, registrada en el intervalo de medición k .

DATT: es la tolerancia para la distorsión armónica total de tensión.

DAIT_{i(k)}: es la distorsión armónica individual de tensión i, registrada en el intervalo de medición k.

DAIT_i: es la tolerancia para la distorsión armónica individual de tensión i, establecida en el Artículo 32 de la norma.

En cada intervalo de medición (k) registrado con energía suministrada en malas condiciones de calidad (intervalos con DPA mayor que cero), se utilizará el siguiente criterio para la valorización de la energía suministrada en condiciones inadecuadas (Q/kWh) para el cálculo de la indemnización:

$$\begin{array}{ll} 0 < DPA_k \leq 1 & CENS \times (DPA_k)^2 \text{ Q/kWh} \\ 1 < DPA_k & CENS \text{ Q/kWh} \end{array}$$

La indemnización se determina como:

$$\text{Indemnización (Q)} = \sum_{k:DPA_k \leq 1} CENS \times (DPA_k)^2 \times E(k) + \sum_{k:DPA_k > 1} CENS \times E(k) \text{ EC. 1.8}$$

Donde:

E(k): energía registrada en cada intervalo de medición k.

CENS: costo de la energía no suministrada Q/kWh.

En el apéndice en la tabla XLIII se pueden observar los valores de las mediciones de THDV realizadas en el edificio, los cuales no sobrepasan el mínimo de 8 % de THDV según –NTSD– en el Artículo 32, por lo que se considera que en este aspecto, el sistema eléctrico del edificio no presenta problemas de esta índole.

1.2.5 Desbalance de carga

El desbalance de carga significa que la cantidad de cargas instaladas no es la misma para cada una de las líneas de tensión de un sistema determinado.

Para calcular el índice del desbalance de tensión en un sistema trifásico (según Artículo 27 de –NTSD–), se determina sobre la base de comparación de los valores eficaces (RMS) de tensión de cada fase, medidos en el punto de entrega y registradas en cada intervalo de medición (k). Este índice está expresado como un porcentaje, utilizando la siguiente ecuación:

$$\Delta DTD(\%) = [3(V_{\max} - V_{\min}) / (V_a + V_b + V_c)] \times 100 \quad \text{EC. 1.9}$$

Donde:

$\Delta DTD(\%)$: porcentaje de desbalance de tensión por parte del distribuidor.

V_{\max} : es la tensión máxima de cualquiera de las fases, registrada en intervalo de medición (k).

- V_{\min} : es la tensión mínima de cualquiera de las fases, registrada en el intervalo de medición (k).
- V_a : es la tensión de la fase a, registrada en el intervalo de medición (k).
- V_b : es la tensión de la fase b, registrada en el intervalo de medición (k).
- V_c : es la tensión de la fase c, registrada en el intervalo de medición (k).

Se considera que la energía eléctrica es de mala calidad cuando, en un lapso de tiempo mayor al cinco por ciento del correspondiente al total del periodo de medición, dichas mediciones muestran que el desbalance de la tensión ha excedido el rango de tolerancias establecidas en la siguiente tabla:

Tabla IX. Desbalance de tensión en porcentaje

Tensión	Desbalance de tensión, ΔDTD , en %
	Etapas de régimen, a partir del mes 13
Baja y media	3
Alta	1

Fuente: Comisión Nacional de Energía Eléctrica, **Normas Técnicas del servicio de Distribución**, Pág. 19

En el apéndice XLIII se puede observar los valores de las mediciones de los índices de regulación de tensión, tomados en el edificio, los cuales no sobrepasan el valor mínimo del 3% de desbalance de tensión, estando dentro de la norma según –NTSD- en el Artículo 28.

1.3 Red de tierras

Un sistema de puesta a tierra es el conjunto de: conductores, electrodos (varillas), conectores, etc. Que permiten la circulación y disipación de las corrientes de tierra, que tengan estas, cualquiera de los orígenes posibles.

La finalidad de un sistema de puesta de tierra es:

- Garantizar baja resistencia de enterramiento.
- Garantizar conducción a tierra de: cargas estáticas o inducidas, descargas atmosféricas o corrientes de corto circuito.
- Garantizar niveles de potencial seguros entre las estructuras metálicas de los equipos accidentalmente energizados y la tierra propiamente dicha. Para la seguridad de las personas que puedan tocar estas estructuras.
- Garantizar adecuado funcionamiento de los equipos de protección asociados a los sistemas, para aislar rápidamente las fallas que puedan presentarse en la operación.

Esencialmente una puesta a tierra es garantizar la seguridad de las personas y del sistema mismo. La empresa eléctrica de Guatemala, en sus normas técnicas de servicio eléctrico, establece que para instalación eléctrica con un consumo mayor de 30 amperios, el neutro de la instalación debe de estar conectado sólidamente a tierra, debiendo utilizar para el conductor a tierra, un diámetro no menor de un cable no. 8 AWG de cobre, los electrodos de tierra podrán ser de cobre de una longitud de no menos de 2.5 metros y un diámetro de 5/8", o varilla de hierro galvanizado de 6' de largo y un diámetro de 5/8".

1.3.1 Condición actual

El edificio S-11 cuenta con una conexión a tierra, utilizando electrodos de cobre enterrado en el suelo, de dimensiones normalizadas por la empresa eléctrica.

1.3.2 Medición y comprobación de su utilidad

Las mediciones realizadas fueron por el centro de investigaciones de la facultad de ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, y con equipo proporcionado por la división de servicios generales de la Universidad de San Carlos de Guatemala, obteniéndose los siguientes resultados:

resistencia del terreno = 1.68 ohms
resistividad del terreno = 48.24 ohms x metro
distancia entre electrodos = 4.57 metros
resistencia eléctrica de la toma a tierra = 1.5 ohms

Estos resultados entran en los valores aceptables según la normas técnicas para instalaciones eléctricas –NTIE- en el párrafo 206.49 (1984), que especifica que el valor de la resistencia a tierra no debe ser mayor de 25 ohm, por lo cual no es necesario realizar un sistema de tierras, ya que con las puestas a tierra existentes en el edificio es suficiente.

1.4 Pararrayos

La finalidad de instalar un sistema de pararrayos puede resumirse de la siguiente manera:

- Proteger a las personas y objetos que se encuentran dentro del edificio que es alcanzado por un rayo.
- Salvaguardar a los inquilinos de las viviendas contiguas a la afectada por las descargas.
- Evitar el peligro y los daños que se puedan ocasionar en la misma construcción o en las colindantes (descargas en las instalaciones eléctricas de baja tensión, instalaciones telefónicas, etc.).

1.4.1 Condición actual

El edificio no cuenta con instalaciones de pararrayos, pero es recomendable la instalación de un sistema de pararrayo, ya que protegería al equipo eléctrico instalado en él, y a las personas que pudieran tener contacto con alguna instalación eléctrica o estructura metálica del mismo, durante una descarga electroatmosférica sobre el edificio.

1.5 Iluminación

1.5.1 Revisión visual

Se realizó una inspección visual de todas las áreas iluminadas artificialmente dentro del edificio, pudiéndose observar que todos los ambientes tienen un buen grado de uniformidad de la iluminación, teniendo ambientes iluminados con nueve, doce, quince y dieciséis luminarias, ver fotografía no. 18 del anexo J; los pasillos con sesenta y seis luminarias, ver fotografías no. 16 y 20, encontrando únicamente algunas lámparas en mal estado; todo el sistema eléctrico de iluminación se encuentra sobrepuesto.

También se inspecciono la iluminación del parqueo, la cual presenta una pobre eficiencia por muchos factores tales como: la degradación de las lámparas y el descuido de no podar los árboles ubicados dentro del parqueo, ya que estos con su follaje, no permiten que llegue la luz a las áreas que deben ser iluminadas, ver fotografías no. 21, 22, 23, 24 y 25 de anexo J.

1.5.2 Características de las luminarias

En el edificio hay instaladas básicamente tres clases de luminarias, distribuidas en diferentes áreas. En el interior se encuentran, lámparas dobles fluorescentes de 40W con reflector, para la iluminación de los salones; los pasillos y baños lámparas simples fluorescentes de 40W sin reflector; lámparas incandescentes que se utilizan como luces de emergencia; y lámparas de vapor de mercurio tipo reflector de 400W que se utilizan para iluminar el área del parqueo.

1.5.3 Medición de luxes

La medición de luxes se realizo en todas las áreas iluminadas artificialmente, utilizando el instrumento de medición del nivel de iluminación (fotómetro), obteniendo los resultado mostrados en la tabla siguiente.

Tabla X. Muestras de los niveles de iluminación actual en las áreas iluminadas del edificio S-11

No.	Descripción	Promedio de iluminación en luxes
1	Entrada del lado oeste	70
2	Salones 101 y 104	232
3	Salones 102,106,107y108	208
4	Salones 103 y 109	215
5	Salón 105	187
6	Pasillos	69
7	Baños primer nivel	53
8	Gradas del 1do al 2er nivel	20
9	Salones 201, 207	189
10	Salones 202,206,208 y 212	200
11	Salones 203,204,205,209,210 y 211	195
12	Pasillos	73
13	Baños segundo nivel	76
14	Gradas del 2do al 3er nivel	12
15	Salones 301y307	176
16	Salones 302,306,308y312	198
17	Salones 303,304,305,309,310y311	187
18	Pasillos	63
19	Baños tercer nivel	72
20	Parqueos	2

Tabla XI. Niveles de iluminación recomendados

	Nivel de iluminación (luxes)
Zonas de circulación (pasillo)	100
Escaleras fijas (gradas)	150
Salones de clases	300
Baños	100
Parqueo	20

Fuente: Neagu Bratu Rebán y Eduardo Campero Littewood, **Instalaciones eléctrica, conceptos básicos y diseño**. Pág. 48-52

Tomando como referencia los niveles de iluminación recomendados de la tabla anterior se puede concluir, de las mediciones efectuadas en el edificio indican:

Pasillos: todos los pasillos tienen un promedio de 69 lux de 100 lux recomendados lo cual indica que la iluminación es aceptable.

Gradas: el promedio de iluminación de las gradas es de 16 luxes de 150 luxes recomendados lo que indica que la iluminación está en un pésimo estado.

Baños: el promedio de iluminación de los baños es de 67 luxes de 100 luxes recomendados lo cual indica que la iluminación es aceptable.

Salones: el promedio de iluminación de los salones es de 193 luxes de 300 luxes recomendados, lo cual indica que los salones tienen un 64.3 % del nivel adecuado de iluminación que se puede decir que es aceptable.

Parqueos: el promedio de iluminación del parqueo es de 2 luxes de 20 luxes recomendados, lo que quiere decir que únicamente el 10% de iluminación hay en el parqueo, lo cual indica que la iluminación está en un pésimo estado.

2. DIAGRAMAS UNIFILARES

2.1 Definición de un diagrama unifilar

El diagrama unifilar es el que simplifica a un sistema eléctrico, representando por medio de una línea simple y de símbolos normalizados, a las líneas de transmisión y aparatos asociados de un sistema eléctrico, con el objeto de suministrar de manera concisa los datos más significativos e importantes de un sistema.

2.2 Diagrama unifilar de la red eléctrica general del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala

En los diagramas siguientes están representadas todas las líneas de transmisión, transformadores, bancos de transformadores e interruptores, con que están alimentados todos los edificios y el alumbrado público del campus de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Figura 17. Diagrama unifilar de la red general USAC entra av. de Petapa

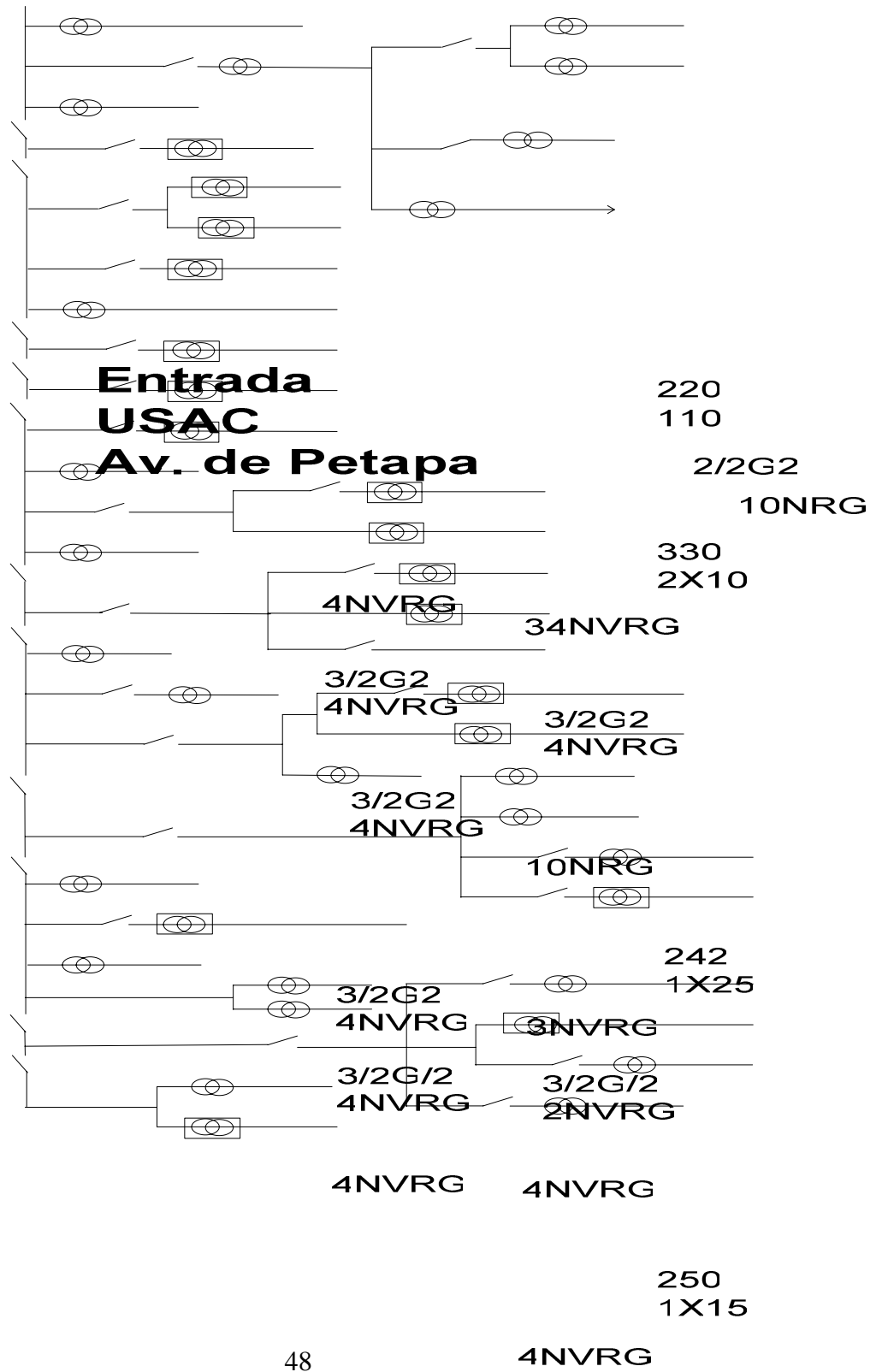
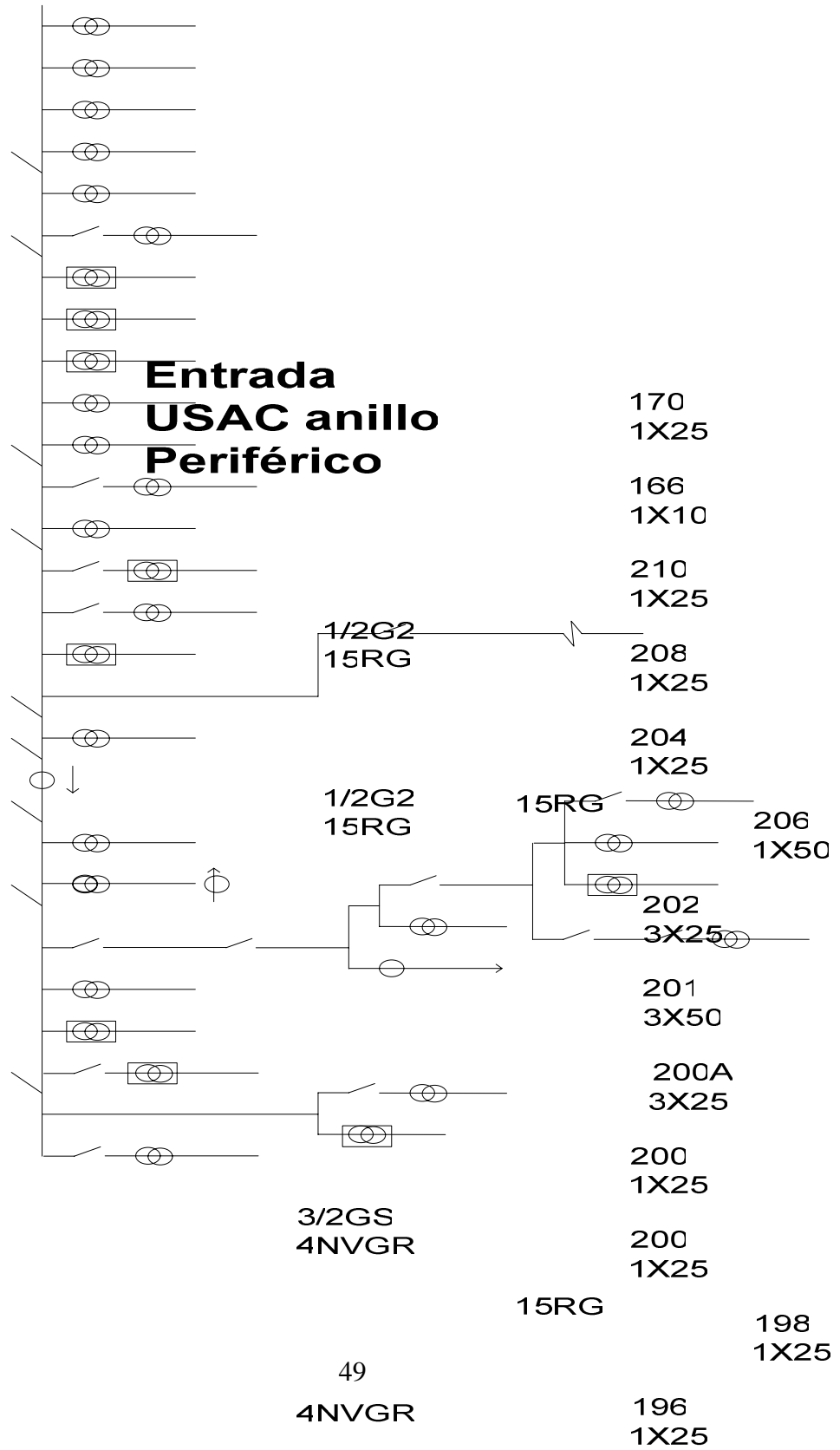


Figura 18. Diagrama unifilar de la red general USAC entra anillo periférico



2.3 Diagrama unifilar de la subred eléctrica del edificio S-11

A continuación se presentan los diagramas unifilares de la red eléctrica del edificio, en la cual están representados: el banco de transformadores, Flipones, calibres, número de conductores y la descripción de cada circuito.

Figura 19. Diagrama unifilar del alimentador principal del edificio

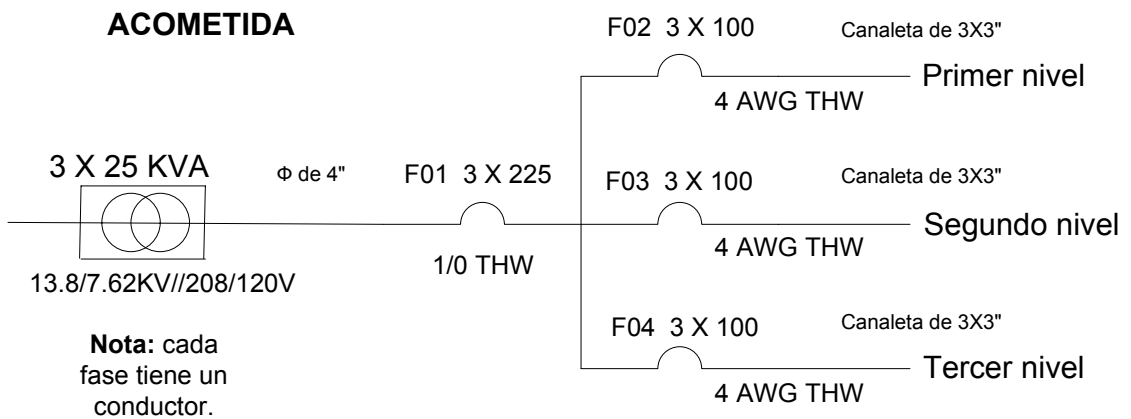


Figura 20. Diagrama unifilar del primer nivel del edificio

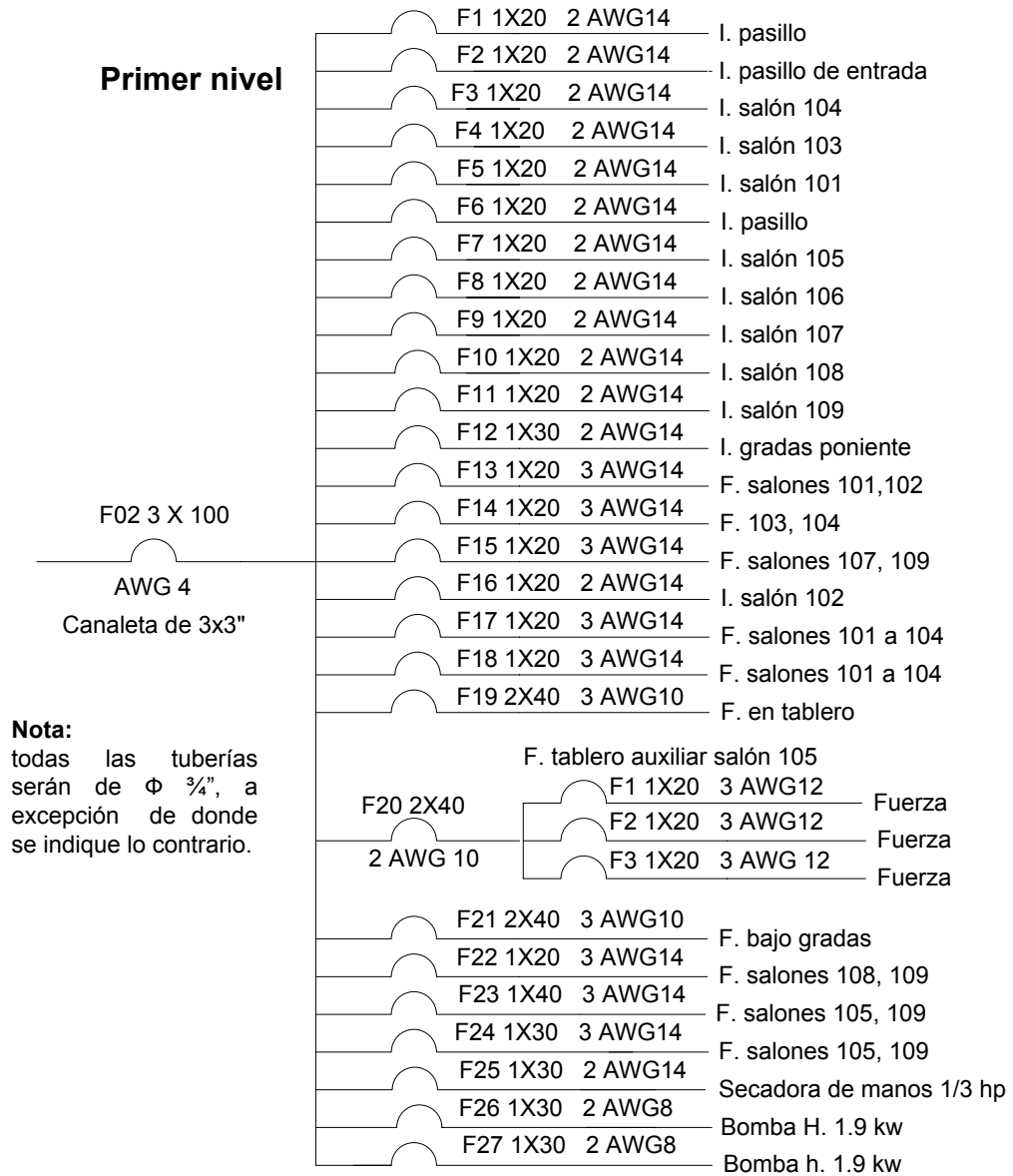
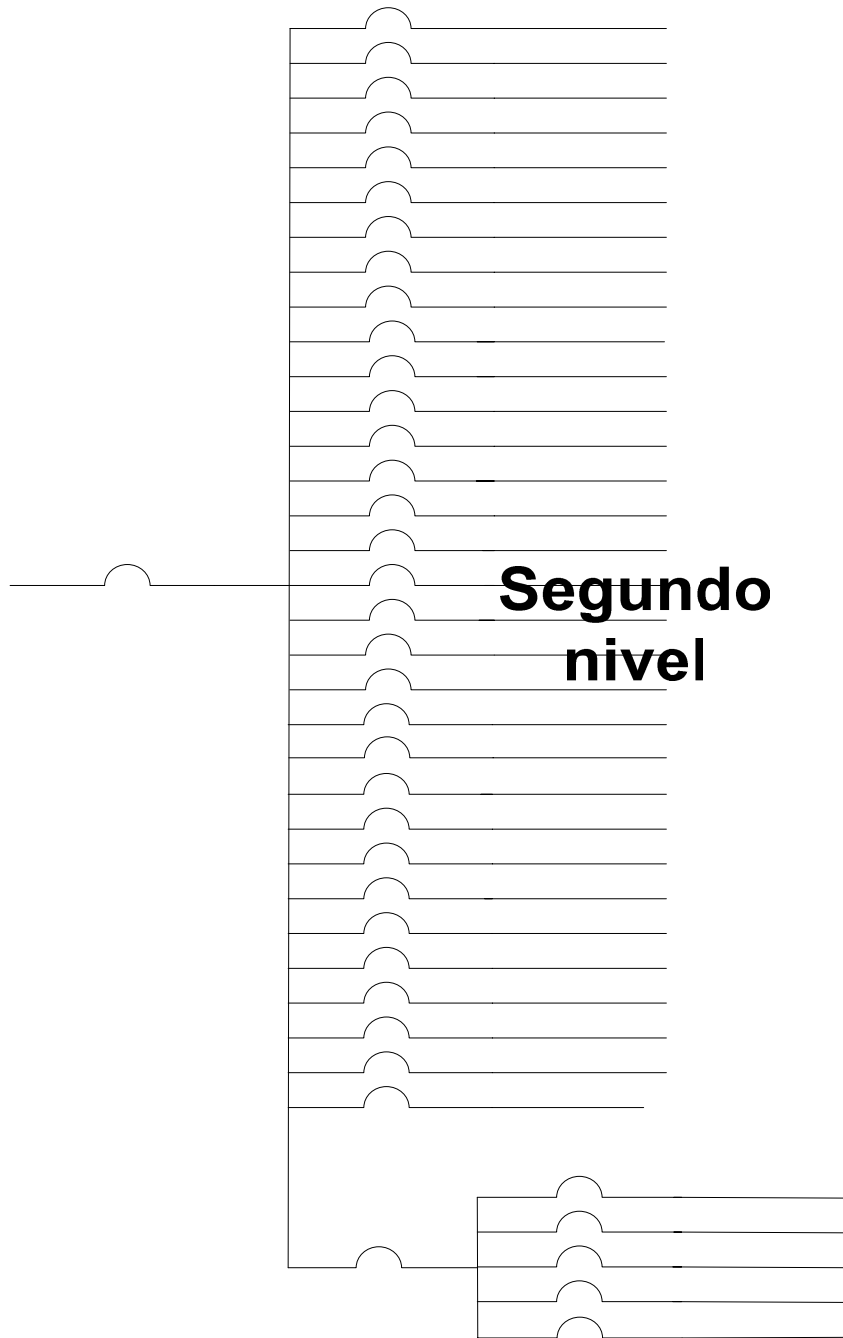


Figura 21. Diagrama unifilar del segundo nivel del edificio



- F1 1X
- F2 1X
- F3 1X
- F4 1X
- F5 1X
- F6 1X
- F7 1X
- F8 1X
- F9 1X
- F10 1X
- F11 1X
- F12 1X
- F13 1X
- F14 1X
- F15 1X
- F16 1X
- F17 1X
- F18 1X
- F19 1X

F03 3X100

52

AWG 4

Completo de 2x2"

Figura 22. Diagrama unifilar del tercer nivel del edificio

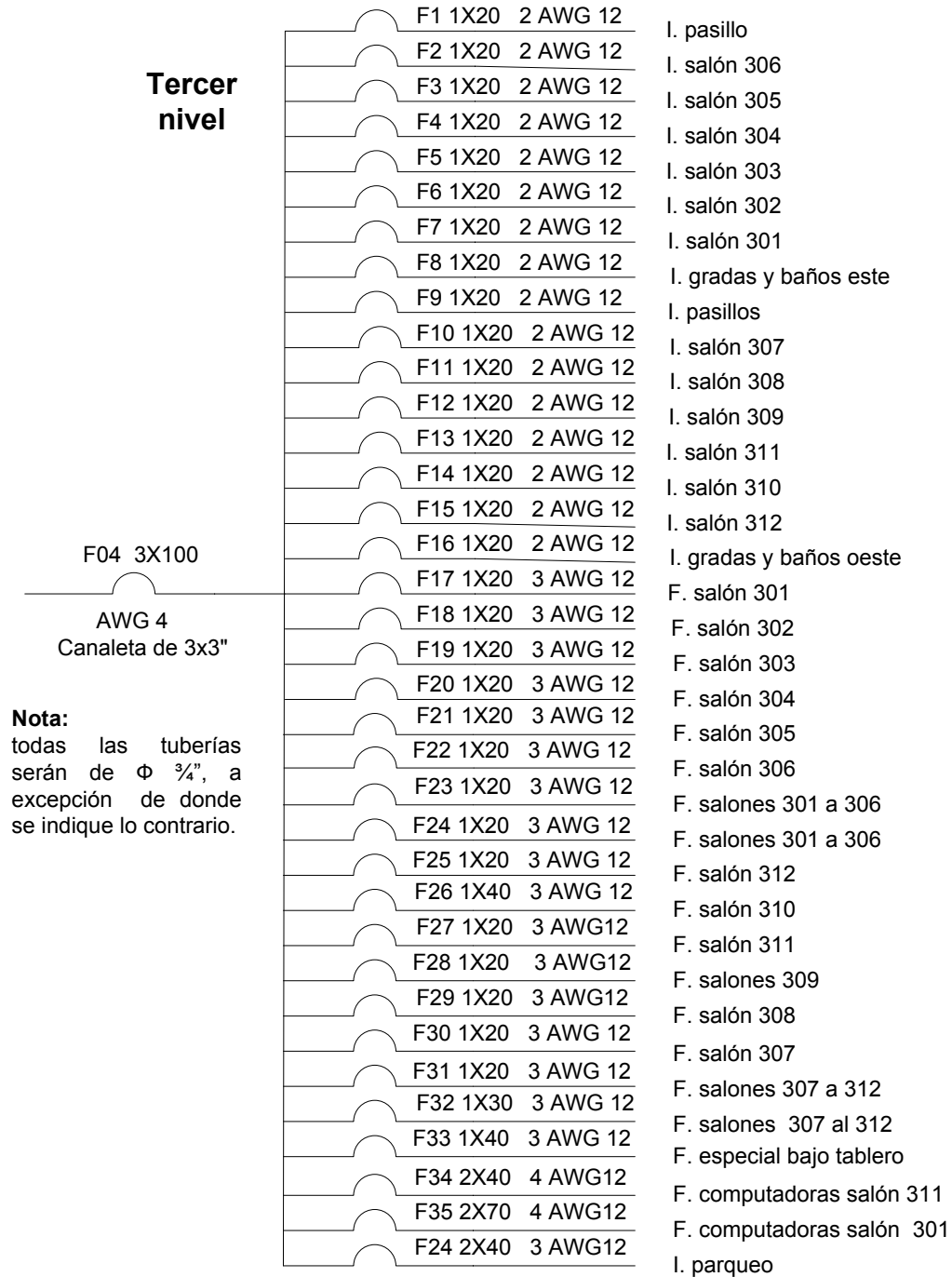
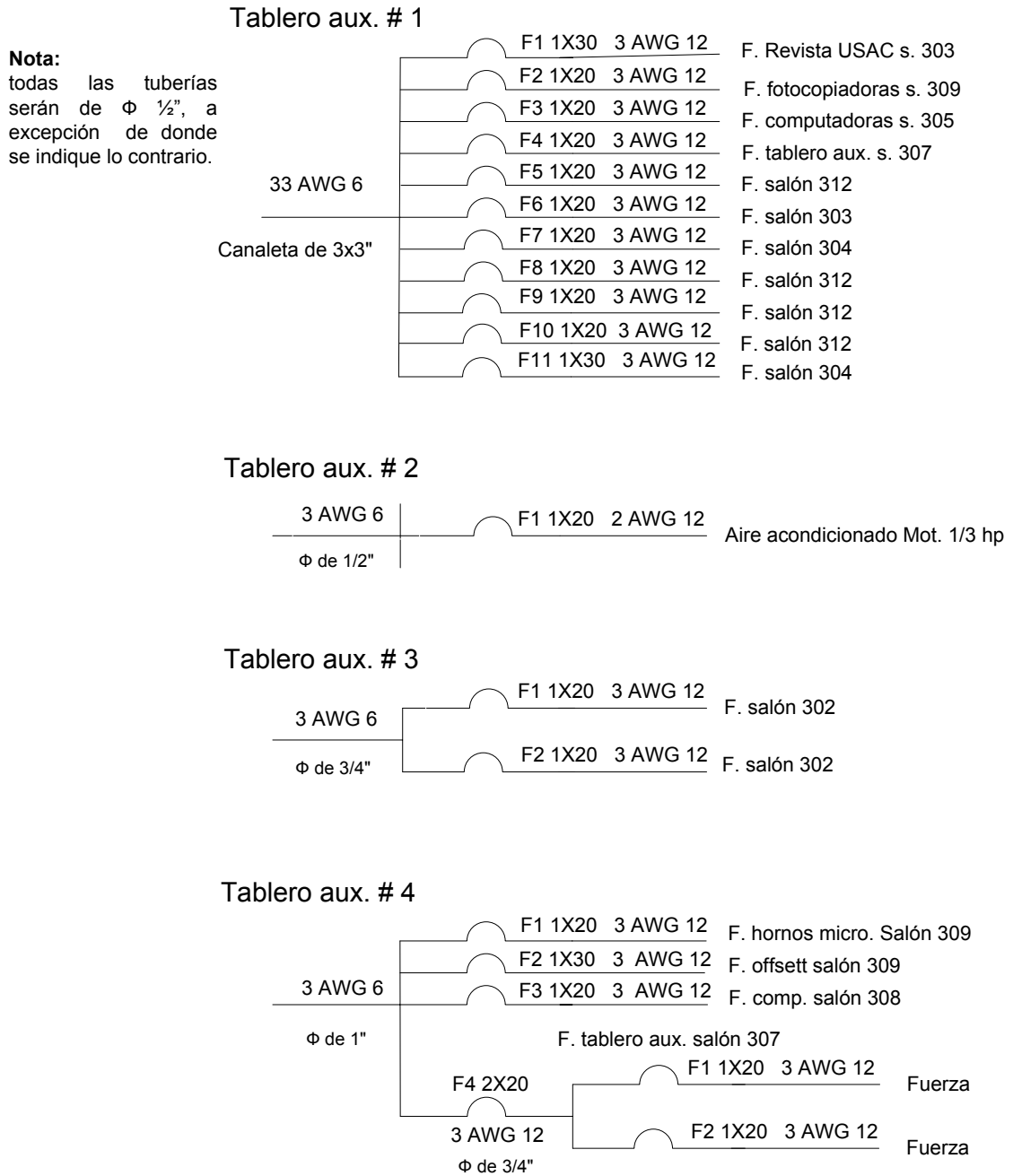


Figura 23. Diagramas unifilares de los tableros auxiliares del tercer nivel del edificio S-11



3. ANÁLISIS TEÓRICO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

3.1 Métodos utilizados para el cálculo de conductores y tubería

Para el cálculo de la selección de conductores se utilizaron los métodos de ampacidad y de caída de voltaje, para hacer la elección más adecuada se debe de tomar el que tenga la mayor área transversal.

3.1.1 El método de ampacidad

El método de ampacidad consiste, en no cargar a un conductor más del 80 % de su capacidad (según norma NEC), para dejar un margen de holgura de un 20%, y aplicar un factor de corrección (f.c.) por el número de conductores en la tubería (según la norma NEC), como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla XII. Factor de corrección por # de conductores

# de conductores	Factor de corrección
1 - 3	100%
4 - 6	80%
7 - 9	70%
10 - 24	70%
25 - 42	60%
≥ 43	50%

Fuente: Neagu Bratu. **Instalaciones eléctricas**, Pág. 102

Donde:

$$I_{no\ min\ al} = \frac{I_{c\ arg\ a}}{0.8 \times f.c.} \quad EC. 3.1$$

3.1.2 El método de caída de voltaje

El método de caída de voltaje se debe tener una caída de tensión de 2% desde el alimentador hasta el tablero principal de la instalación eléctrica, y una caída de tensión de 3% desde el tablero principal de la instalación hasta el componente ubicado en el punto más lejano del tablero principal; para tener una caída total de 5%.

Para obtener dichas caídas de tensión se utilizan las formulas:

$$\text{Cargas monofásicas: } \Delta V_L = 2lZ'I_{carga} \quad \text{EC. 3.2}$$

$$\text{Cargas trifásicas: } \Delta V_{LL} = \sqrt{3}lZ'I_{carga} \quad \text{EC. 3.3}$$

Donde:

ΔV_L : caída de voltaje de línea de la instalación

l : longitud que debe de tener el cable para hacer la instalación eléctrica

I_{carga} : corriente total que puede consumir la carga

ΔV_{LL} : caída de voltaje entre líneas de la instalación

Z' : impedancia del conductor, la cual esta compuesta de la siguiente forma:

$$\text{para calibres No.14 al No. 2 la } Z' = R' \quad \text{EC. 3.4}$$

$$\text{para calibres No. 1/0 al No. 500MCM la } Z' = \sqrt{R'^2 + X_L'^2} \quad \text{EC. 3.5}$$

Donde:

R' : resistencia del conductor

X_L' : reactancia inductiva del conductor

3.1.3 Método para el cálculo de diámetro de tuberías

Para el cálculo de la tubería de la instalación eléctrica, se debe de tomar en cuenta un factor de arreglo de 0.8 -según norma NEC-, y un factor de relleno (f. r.) -según norma NEC- el cual esta dado en la siguiente tabla:

Tabla XIII. Factor de relleno según cantidad de conductores.

f.r.	# conductores
53%	1
31%	2
40%	≥ 3

Fuente: Neagu Bratu, **Instalaciones eléctricas**. Págs. 98-99

Para obtener que la tubería sea mayor de diámetro que el total de los calibres y para tener una buena operación mecánica de efecto térmico.

Para calcular el diámetro de la tubería se utiliza la formula:

$$\phi = \sqrt{\frac{4 \sum A_{\text{conductores}}}{\pi \times f.a. \times f.r.}} \quad \text{EC. 3.6}$$

Donde:

ϕ : diámetro del conductor

A : área del conductor

$f.a.$: factor de arreglo

$f.r.$: factor de relleno

3.2 Cálculo del calibre de conductores y diámetro de tuberías

A continuación se hará el cálculo del calibre de los conductores eléctricos de iluminación utilizando los dos métodos, así como del diámetro de la tubería para la instalación eléctrica del salón 101 del edificio.

Datos de la instalación:

-15 luminarias de dos lámparas fluorescentes de 40 W cada una

-20 metros desde el tablero hasta las luminarias más lejanas

A) cálculo de la carga instalada total [C.I.(total)], la cual se hace multiplicando el número de luminarias por la potencia de las mismas.

$$C.I.(total) = 15 \times (2)40 W = 1200 W$$

B) Cálculo de la Demanda Máxima Estimada (D.M.E.), la cual se hace multiplicando C.I.(total) por el factor de demanda (f.d.), [el f.d. es el factor que indica aproximadamente el tiempo que va estar consumiendo energía eléctrica el componente], dado que es iluminación se asigna el valor de 1.0.

$$D.M.E.: = 1200 \text{ W} \times 1.0 = 1200 \text{ W}$$

C) Cálculo de la corriente de carga (I_{carga}), utilizando la siguiente formula:

$$P = I_{carga} \times V \quad \text{EC. 3.7}$$

$$I_{carga} = P/V = 1200/120 = 10 \text{ A}$$

3.2.1 Cálculo del calibre de conductores utilizando el método de ampacidad

Utilizando el método de ampacidad el f.c. = 1.0 ya que no se tiene más de 3 conductores en la tubería de la instalación eléctrica.

Introduciendo valores en la ecuación 3.1

$$I_{no\ min\ al} = \frac{10}{0.8 \times 1.0} = 12.5 \text{ A}$$

Observando en la tabla del anexo A, en donde se tiene la capacidad de conducción de corriente de cada calibre del conductor. Se busca el calibre que pueda conducir en un porcentaje superior la corriente nominal ($I_{nominal}$) que consumirá el circuito eléctrico, que en este caso es el calibre No. 14 ya que puede conducir 20 A.

Con el método de capacidad de corriente, se debe de utilizar 2 cables THHN No. 14.

3.2.2 Cálculo del calibre de conductores utilizando el método de caída de voltaje

Utilizando el método de caída de voltaje, con la ecuación 3.2, para cargas monofásicas se tiene:

$$\Delta V_L = 2 \times 20 \times 3.1 \times \left(\frac{3.28}{1000} \right) \times 10 = 4.06V$$

Donde $Z' = R' = 3.1 \Omega$ de la tabla del anexo F y el $(3.28/1000)$ es el factor de corrección a metros, ya que la resistencia del cable está dada en CMIL.

$\Delta V_L \approx 3.38\%$ de 120V, que es mayor al 3% permitido. Por lo cual se debe calcular con el calibre mayor próximo que es el No. 12.

Para comprobar si el calibre No. 12 es el adecuado se debe aplicar la formula de caída de voltaje:

$$\Delta V_L = 2 \times 20 \times 2.0 \times \left(\frac{3.28}{1000} \right) \times 10 = 2.7V$$

$\Delta V_L = 2.25\%$ de 120V, que es menor al 3% permitido.

Con el método de caída de voltaje, se debe de utilizar 2 cables THHN No. 12.

3.2.3 Cálculo del diámetro de la tubería

El cálculo de la tubería de la instalación se utiliza la ecuación 3.6, tomando en cuenta que: f.r. = 0.31 ya que la tubería llevara dos cables, y un f.a. = 0.8, y el área del cable No. 12 de la tabla del anexo G, e introduciendo datos se tiene:

$$\phi = \sqrt{\frac{4 \times 2 \times 0.0133}{\pi \times 0.8 \times 0.31}} = 0.36 \text{ plg}$$

Se debe utilizar tubería de ½ plg.

A continuación se presenta la tabla resumen de todos los cálculos de los calibres de conductores para todos los circuitos de la instalación eléctrica, así también el diámetro de la tubería y área de la canaleta que se deben utilizar.

Tabla XIV. Tabla resumen del cálculo de conductores y tubería del primer nivel

	DESCRIPCION	C.I.	f.d.	D.M.E	Corriente	calibre del conductor por Ampacidad	Calibre del conductor por caída de tensión	Calibre del Conductor (Elegido)	Tubería o canalet a en plg.
		TO-TAL						AWG	
		VA							
1	Iluminación pasillo	1280	0.5	640	5	14	10	10	3 x 3"
2	Iluminación entrada oeste	880	1.0	880	7	14	12	12	3/4"
3	Iluminación salón 104	1200	1.0	1200	10	14	12	12	3/4"
4	Iluminación salón 103	960	1.0	960	8	14	12	12	1/2"
5	Iluminación salón 102	960	1.0	960	8	14	12	12	1/2"
6	Iluminación salón 101	1200	1.0	1200	10	14	12	12	1/2"
7	Iluminación pasillo	1280	0.5	640	5	12	10	10	3 x 3"
8	Iluminación salón 105	720	1.0	720	6	14	12	12	1/2"
9	Iluminación salón 106	960	1.0	960	8	14	12	12	1/2"
10	Iluminación salón 107	960	1.0	960	8	14	12	12	1/2"
11	Iluminación salón 108	960	1.0	960	8	14	12	14	1/2"
12	Iluminación salón 109	960	1.0	960	8	14	12	12	1/2"
13	Iluminación gradas oeste	80	1.0	80	1	14	12	12	1/2"
14	Fuerza salón 101,102	450	0.6	270	2	14	12	12	3/4"
15	Fuerza 103,104	450	0.6	270	2	14	12	12	3/4"
16	Fuerza 105, 106, 107	600	0.6	360	3	14	12	12	3/4"
17	Fuerza salón 101,102, 103, 104	900	0.6	540	5	14	12	12	3/4"
18	Fuerza salón 101,102, 103, 105	750	0.6	450	4	14	12	12	3/4"
19	Fuerza en bodega de tablero	500	0.4	200	1	14	12	12	3/4"
20	Fuerza de tablero auxiliar en salón 105	1080	0.6	648	3	14	12	12	3/4"
21	Fuerza gradas este	500	0.4	200	1	14	12	12	1/2"
22	Fuerza salones 108 y 109	450	0.6	270	2	14	12	12	3/4"
23	Fuerza salones 105, 106, 108, 109	1200	0.6	720	6	14	12	12	3/4"
24	Fuerza salones 105, 106, 108, 110	1200	0.6	720	6	14	12	12	3/4"
25	Secadora de manos	1380	0.6	828	7	14	12	12	1/2"
26	Bomba de agua	1900	0.4	750	6	14	12	12	1/2"
27	Bomba de agua	1900	0.4	750	6	14	12	12	1/2"
Tablero auxiliar del primer nivel									
1	Fuerza	600	0.6	360	3	14	14	14	3/4"
2	Fuerza	600	0.6	360	3	14	14	14	3/4"
3	Fuerza	600	0.6	360	3	14	14	14	3/4"

Tabla XV. Tabla resumen del cálculo de conductores y tubería del segundo nivel

	DESCRIPCION	C.I.	f.d.	D.M. E.	Corriente de carga	calibre del conductor por Ampacidad	Calibre del conductor por caída de tensión	Calibre del Conductor (Elegido)	Tubería o canaletas en plg.
		TOTAL							
		VA						total	
1	Iluminación pasillo	1320	0.5	660	6	14	10	10	3 x 3"
2	Iluminación gradas	200	1.0	200	2	14	12	12	1/2"
3	Iluminación salón 201	960	1.0	960	8	14	12	12	1/2"
4	Iluminación salón 202	1280	1.0	1280	11	14	12	12	3/4"
5	iluminación salón 203	960	1.0	960	8	14	12	12	1/2"
6	Iluminación salón 204	960	1.0	960	8	14	12	12	1/2"
7	Iluminación salón 205	960	1.0	960	8	14	12	12	3/4"
8	Iluminación salón 206	1520	1.0	1520	16	14	12	12	3/4"
9	Iluminación pasillo	1360	0.5	660	6	14	10	10	3 x 3"
10	Iluminación baños este	160	1.0	160	1	14	12	12	1/2"
11	iluminación salón 212	960	1.0	960	8	14	12	12	1/2"
12	Iluminación salón 211	960	1.0	960	8	14	12	12	1/2"
13	Iluminación salón 210	960	1.0	960	8	14	12	12	1/2"
14	Iluminación salón 209	960	1.0	960	8	14	12	12	3/4"
15	Iluminación salón 208	798	1.0	798	7	14	12	12	3/4"
16	Fuerza salón 201	150	0.6	90	1	14	12	12	3/4"
17	Fuerza salón 202	150	0.6	90	1	14	12	12	3/4"
18	Fuerza salón 203	150	0.6	90	1	14	12	12	3/4"
19	Fuerza salón 204	150	0.6	90	1	14	12	12	3/4"
20	Fuerza salón 205	150	0.6	90	1	14	12	12	3/4"
21	Fuerza salón 206	150	0.6	90	1	14	12	12	3/4"
22	Fuerza salones 201, 203, 204, 205,206	1050	0.6	630	5	14	12	12	3/4"
23	Fuerza salones 201, 203, 204, 205,206	1050	0.6	630	5	14	12	12	3/4"
24	Fuerza en tablero	500	0.4	200	1	14	12	12	3/4"
25	Fuerza salón 209	150	0.6	90	1	14	12	12	3/4"
26	Iluminación salón 207	1200	1.0	1200	10	14	12	12	3/4"
27	Fuerza salón 210	150	0.6	90	1	14	12	12	3/4"
28	Fuerza salón 211	150	0.6	90	1	14	12	12	3/4"
29	Fuerza salón 210 y 207	300	0.6	180	2	14	12	12	3/4"
30	Fuerza salón 208	798	0.6	479	4	14	12	12	3/4"
31	Fuerza salón 207, 208, 209, 210, 211, 212	1050	0.6	630	5	14	12	12	3/4"
32	Fuerza salón 207, 208, 209, 210, 211, 212	1650	0.6	990	8	14	12	12	3/4"
33	Fuerza tablero auxiliar en el salón 309	1333	0.6	1333	11	14	12	12	3/4"

Tabla XVI. Tabla resumen del cálculo de conductores y tubería del tercer nivel

	DESCRIPCION	C.I.	f.d.	D.M.E	Corriente de carga	calibre del conductor por Ampacidad	Calibre del conductor por caída de tensión	Calibre del Conductor (Elegido)	Tubería o canaleta en plg.
		TOTAL						AWG	
		VA						total	
1	Iluminación pasillo	1320	0.5	660	6	14	10	10	3 x 3"
2	Iluminación salón 306	1380	1.0	1380	12	14	12	12	3/4"
3	Iluminación salón 305	960	1.0	960	8	14	12	12	3/4"
4	Iluminación salón 304	960	1.0	960	8	14	12	12	1/2"
5	Iluminación salón 303	960	1.0	960	8	14	12	12	1/2"
6	Iluminación salón 302	1280	1.0	1280	11	14	12	12	3/4"
7	Iluminación salón 301	960	1.0	960	8	14	12	12	1/2"
8	Iluminación gradas y	400	1.0	400	3	14	12	12	3/4"
9	Iluminación pasillo	1360	0.5	680	6	14	10	10	3 x 3"
10	Iluminación salón 307	960	1.0	960	8	14	12	12	3/4"
11	Iluminación salón 308	1280	1.0	1280	11	14	12	12	3/4"
12	Iluminación salón 309	960	1.0	960	8	14	12	12	3/4"
13	Iluminación salón 311	960	1.0	960	8	14	12	12	1/2"
14	Iluminación salón 310	960	1.0	960	8	14	12	12	1/2"
15	Iluminación salón 312	1280	1.0	1280	11	14	12	12	3/4"
16	Iluminación gradas	720	1.0	720	6	14	12	12	3/4"
17	Fuerza salón 301	150	0.6	90	1	14	12	12	3/4"
18	Fuerza salón 302	300	0.6	180	2	14	12	12	3/4"
19	Fuerza salón 303	150	0.6	90	1	14	12	12	3/4"
20	Fuerza salón 304	150	0.6	90	1	14	12	12	3/4"
21	Fuerza salón 305	150	0.6	90	1	14	12	12	3/4"
22	Fuerza salón 306	300	0.6	180	2	14	12	12	3/4"
23	Fuerza salón 301 a306	900	0.6	540	5	14	12	12	3/4"
24	Fuerza salón 301 a 306	900	0.6	540	5	14	12	12	3/4"
25	Fuerza salón 312	300	0.6	180	2	14	12	12	3/4"
26	Fuerza salón 310	150	0.6	90	1	14	12	12	3/4"
27	Fuerza salón 311	150	0.6	90	1	14	12	12	3/4"
28	Fuerza salón 309	150	0.6	90	1	14	12	12	3/4"
29	Fuerza salón 308	300	0.6	180	2	14	12	12	3/4"
30	Fuerza salón 307	150	0.6	90	1	14	12	12	3/4"
31	Fuerza salón 307 a 312	900	0.6	540	5	14	12	12	3/4"
32	Fuerza salón 307 a 312	1800	0.6	1080	9	14	12	12	3/4"
33	Fuerza en tablero	500	0.4	200	1	14	12	12	3/4"
34	Fuerza salón 301	1197	0.6	718	6	14	12	12	3/4"
35	Fuerza tablero aux. No1	1596	0.4	638	5	14	12	12	3/4"
36	Iluminación parqueo	2000	0.5	1000	13	14	12	12	3/4"

**Tabla XVII. Tabla resumen del cálculo de conductores y tubería del
los tableros auxiliares del tercer nivel**

	DESCRIPCION	C.I.	f.d.	D.M.E.	Corriente de carga	calibre del conductor por Ampacidad	Calibre del conductor por caída de tensión	Calibre del Conduc- tor (Elegido)	Tubería o canalet a en plg
		TOTAL							
		VA						total	
Tablero auxiliar No. 1									
1	Fuerza revista Usac	798	0.6	479	4	14	12	12	3/4"
2	Fuerza salón 309	798	0.6	479	4	14	12	12	3/4"
3	Fuerza salón 305	399	0.6	239	2	14	12	12	3/4"
4	Fuerza tablero auxiliar No. 5 en salón 307	1260	0.6	756	6	14	12	12	3/4"
5	Fuerza salón 312	399	0.6	239	2	14	12	12	3/4"
6	Fuerza salón 303	798	0.6	479	4	14	12	12	3/4"
7	Fuerza salón 304	300	0.6	180	2	14	12	12	3/4"
8	Fuerza salón 304	450	0.6	270	2	14	12	12	3/4"
9	Fuerza salón 312	399	0.6	239	2	14	12	12	3/4"
10	Fuerza salón 312	399	0.6	239	2	14	12	12	3/4"
11	Fuerza salón 302	798	0.6	479	4	14	12	12	3/4"
Tablero auxiliar No. 2									
1	Aire acondicionado	698	0.5	349	6	14	12	12	1/2"
Tablero auxiliar No. 3									
1	Fuerza salón 302	300	0.6	180	2	14	12	12	3/4"
2	Fuerza salón 302	399	0.6	239	2	14	12	12	3/4"
Tablero auxiliar No. 4									
1	Hornos de microondas	1440	0.4	576	5	14	12	12	3/4"
2	Maquina de offset	1300	0.5	650	5	14	12	12	3/4"
3	Fuerza salón 308	399	0.6	239	2	14	12	12	3/4"
4	Fuerza tablero auxiliar No.5 en salón 307	1197	0.6	718	6	14	12	12	3/4"
Tablero auxiliar No. 5 en el salón 307									
1	Fuerza	399	0.6	239	2	14	14	14	3/4"
2	Fuerza	798	0.6	479	4	14	14	14	3/4"
Tablero auxiliar No. 6 en el salón 309									
1	Cámara fotográfica	1000	0.4	400	3	14	14	14	3/4"
2	Iluminación	200	0.4	80	1	14	14	14	3/4"
3	Máquina offset	1300	0.4	520	4	14	14	14	3/4"
4	Compaginadora	570	0.4	228	2	14	14	14	3/4"
5	Engrapadora	262	0.4	105	1	14	14	14	3/4"

Tabla XVIII. Tabla resumen del cálculo de conductores y tubería de la acometida

	DESCRIPCIÓN	POTENCIA TOTAL	D.M.E.	Corriente de carga	calibre del conductor por Ampacidad	Calibre del conductor por caída de tensión	Calibre del Conductor (Elegido)	Tubería o canaleta en plg.
		TOTAL						
		Va				A	AWG	
1	Acometida	96883	71141	197	500 MCM	2/0	500 MCM	4"
2	Primer Nivel	32660	21276	59	2	6	1/0	3 x 3"
3	Segundo Nivel	24599	20060	56	2	4	1/0	3 x 3"
4	Tercer Nivel	41424	29806	83	1/0	6	2/0	3 x 3"

3.3 Cálculo de lúmenes

3.3.1 Iluminación de interiores

Para el cálculo lumínico de los salones del edificio se utilizó el método de cavidad zonal y los niveles de iluminación generales. A continuación se realiza el cálculo para el salón 101.

Datos generales:

Grado de contaminación y suciedad del local se tomara una medida de medio, ya que solamente esta expuesto al polvo.

Plano de trabajo por el tipo de utilización del local será de 0.75 mts s.n.s.

Todos los salones tendrán una altura de 3.0 mts.

Medidas: Largo = 12.5 mts, Ancho = 9.0 mts.

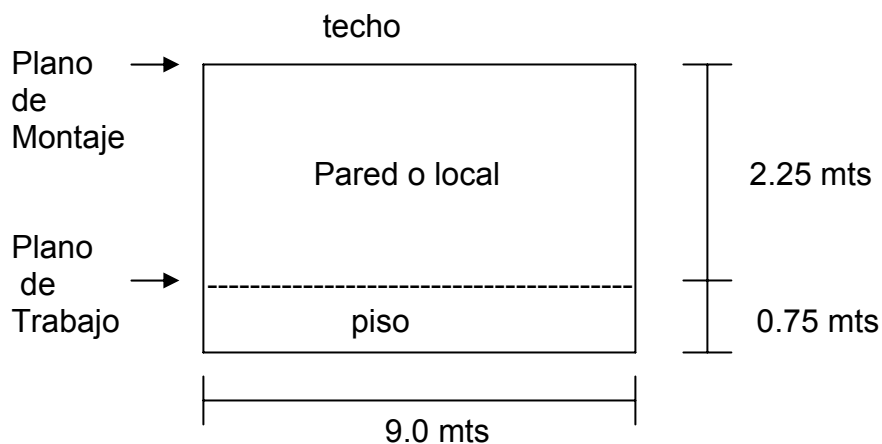
Colores: Techo = blanco, Pared = crema, Piso = gris.

Paso 1. El nivel de iluminación adecuado para el local es de 500 lux, tomado de la tabla de niveles de iluminación en México publicado en el boletín, principios de iluminación y niveles de iluminación.

Paso 2. Se selecciona luminarias con reflector de doble lámparas fluorescentes tubulares tipo luz de día, por la altura del ambiente que se va a iluminar, con las especificaciones siguientes, tomadas de las tablas características del fabricante que en este caso es Sylvania, 40 W cada lámpara, 12V, 1.22 mts de longitud. 2600 lúmenes iniciales, 65 lúmenes por metro y 0.83 % de factor de depreciación.

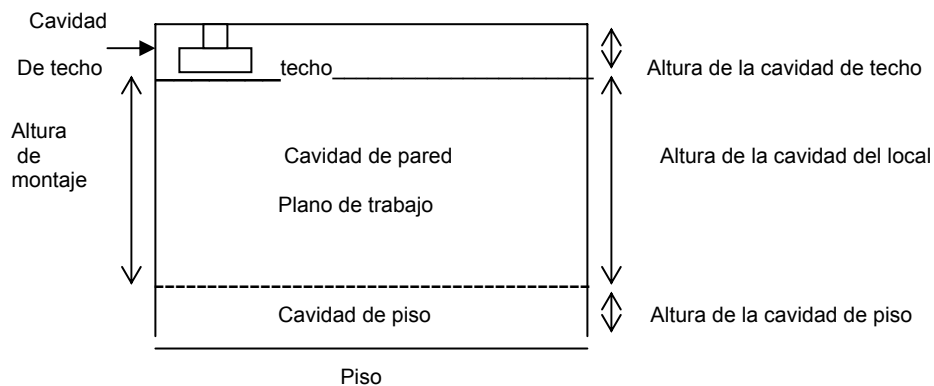
Paso 3. Características físicas y reflectancias del local:

Figura 24. Medidas de las cavidades del salón



Teniendo las reflectancias de: techo = 88%, pared: 81% y piso: 40% obtenidos del boletín de ingeniería comercial 2-80 de Siylvania Pág. 15.

Figura 25. Área de las relaciones de las cavidades del salón



La ecuación de relación de cavidad es la siguiente:

$$RCR_{(techo)} = \frac{5 \times \text{Altura} \times (\text{largo} + \text{ancho})}{\text{Largo} \times \text{Ancho}} \quad \text{EC. 3.8}$$

Donde:

$RCR_{(local)}$ = Relación de cavidad

altura = altura de cavidad de pared, piso o techo que se este trabajando.

ancho = ancho de cavidad del salón

Cálculo de relación de cavidad:

$$RCR_{(techo)} = \frac{5 \times 0.0(12.5 + 9.0)}{12.5 \times 9.0} = 0.0$$

$$RCR_{(PARED)} = \frac{5 \times 2.25(12.5 + 9)}{12.5 \times 9} = 2.15 \approx 2.0$$

$$RCR_{(PISO)} = \frac{5 \times 0.75(12.5 + 9.0)}{12.5 \times 9.0} = 0.72 \approx 0.7$$

Cálculo de reflectancias efectivas de techo, pared y piso:

Interpolando y extrapolando en las tablas del anexo E, se encuentran las reflectancias efectivas:

Tabla XIX. Cuadro resumen

	% individual	% reflectancia aproximado	RCR
Techo	88	90	0.0
Pared	81	80	2.0
Piso	40	40	0.7

Para encontrar el % reflectancia efectiva de techo se debe extrapolar en la tabla del anexo E, como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla XX. Tabla de extrapolación para encontrar % reflectancia efectiva del techo

% individual techo	% individual pared	RCR techo	% reflectancia efectiva
90	80	0.0	Y = 90
90	80	0.2	88
90	80	0.4	87

Para realizar la extrapolación se utilizara el esquema y la formula siguientes:

$$\begin{array}{l}
 A \text{ ----- } D \\
 B \text{ ----- } E \\
 C \text{ ----- } F
 \end{array}
 \quad
 \frac{A-B}{A-C} = \frac{D-E}{D-F}
 \quad
 \text{EC. 3.9}$$

En este caso la incógnita será D despejando e introduciendo valores se tiene:

$$D = \frac{F(A-B) - E(A-C)}{(A-B) - (A-C)} \quad \text{EC. 310}$$

$$A = 0.0 \text{ ----- } D = ? \dots ?$$

$$B = 0.2 \text{ ----- } E = 88$$

$$C = 0.4 \text{ ----- } F = 87$$

$$D = \frac{87(0.0 - 0.2) - 88(0.0 - 0.4)}{(0.0 - 0.2) - (0.0 - 0.4)} = 90$$

El % reflectancia efectiva de pared es de 70 ya que se obtiene sin interpolar, porque se encuentra directamente en las tablas del anexo E.

Para encontrar el % reflectancia de piso se debe interpolar en la tabla del anexo E como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla XXI. Tabla de extrapolación para encontrar % reflectancia efectiva del piso

% individual piso	% individual pared	RCR piso	% reflectancia efectiva
40	80	0.6	40
40	80	0.7	Y = 40
40	80	0.8	40

Paso 4. Cálculo de los factores de depreciación y de mantenimiento:

El factor de depreciación de la lámpara (LLD) = 0.83, y tomando una categoría de mantenimiento de luminarias No. III de la figura del anexo B, con un grado de contaminación por suciedad y polvo en el local igual a medio, para un total de uso de 36 meses.

El % del grado de degradación por suciedad en la luminaria (LDD) según la gráfica categoría No. III es igual al 73%

$$\text{Factor de mantenimiento (FM)} = \text{LDD} \times \text{LLD} \quad \text{EC. 3.11}$$

$$\text{FM} = 0.83 \times 0.73 = 0.61 \%$$

Paso 5. Cálculo del coeficiente de utilización (C.U.) de la luminaria:

Como se ha elegido un tipo de luminaria con reflector con un máximo de espaciamiento (S/MH) = 1.3, donde S/MH es la relación de espaciamiento máxima del luminaria a la altura de montaje.

Extrapolando dos veces e interpolando entre ellas en la tabla del anexo D coeficientes de utilización para distintos tipos de luminarias, como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla XXII. Tabla para encontrar el factor de corrección del 20%

C.U.(20% piso)

	1er. Extrapolación			2da. Extrapolación			Interpolación entre las extrapolaciones
% refl.ef. Techo	70	80	90	70	80	90	90
% refl.ef. Pared	30	30	30	50	50	50	70
RCR(local)	1	1	1	1	1	1	1
C.U.	0.85	0.88	Y1 = 0.94	0.82	0.85	Y2 = 0.91	Y = 0.991

Se obtiene:

$$C.U.(20\% \text{ piso}) = 0.991$$

Dado que la tabla del anexo D, se calcula para un % de reflectancia efectiva de piso del 20% y el valor real de reflectancia efectiva de piso es de

40%, hay que hacer una corrección, interpolando y extrapolando en la tabla del anexo C.

El factor de corrección (F.C.) se calcula extrapolando en la tabla siguiente:

Tabla XXIII. Tabla para encontrar el factor de corrección del 40 %

C.U.(40% piso)

	1er. Extrapolación			2da. Extrapolación	
	70	80	90	90	90
% refl.ef. techo	70	80	90	90	90
% refl.ef. pared	70	70	70	70	70
RCR (local)	1	1	1	1	1
F.C.	1.077	1.092	1.122	1	1.366
% refl.ef. piso	30	30	30	20	40

$$C.U.(40\% \text{ piso}) = C.U.(20\% \text{ piso}) * F.C. \quad \text{EC. 3.12}$$

$$C.U.(40\% \text{ pisos}) = 0.991 * 1.366 = 1.350$$

Paso 6. Cálculo de número de luminarias a instalar en el local:

$$N.I. = \frac{\#luminaria \times lámparas \text{ por } luminaria \times \text{lúmenes por lámpara} \times C.U. \times F.M.}{Area} \quad \text{EC.3.13}$$

N.I. = Nivel de iluminación.

$$\# \text{ luminaria} = \frac{N.I. \times \text{Area}}{\text{Lámparas} * \text{luminaria} \times \text{Lúmenes} * \text{Lámpara} \times C.U. \times F.M.} \quad \text{EC. 3.14}$$

Datos:

N.I. = 500 lux

Lámparas por luminaria = 2

Lúmenes por luminaria = 2 600 Lum/m

C.U. = 1.342

F.M. = 0.61

Área = $12.5 \times 9.0 = 112.5 \text{ m}^2$

$$\text{No.de}_{\text{ luminaria}} = \frac{500 \times 112.5}{2 \times 2600 \times 1.35 \times 0.61} = 13.14 \approx 13$$

Paso 7. Distribución de las luminarias en el local:

Para encontrar la distribución de las luminarias en el local se debe utilizar las siguientes ecuaciones:

$$\text{Distribución a lo largo} = \frac{\text{Largo}_{\text{ del}_{\text{ local}}}}{\text{Máxima}_{\text{ separación}}} \quad \text{EC. 3.15}$$

$$\text{Distribución a lo ancho} = \frac{\text{Ancho}_{\text{ del}_{\text{ local}}}}{\text{Máxima}_{\text{ separación}}} \quad \text{EC. 3.16}$$

La máxima separación se obtiene con la ecuación siguiente:

$$\text{Máxima separación (M.S.)} = (S/MH) \times \text{A.C.L. EC. 3.17}$$

Donde:

(S/MH) = Máximo espaciamiento del tipo de luminaria número 19, de la tabla del anexo D.

A.C.L. = Altura de la cavidad del local.

$$\text{M.S.} = 1.3 \times 2.25 = 2.925 \text{ m}$$

Introduciendo datos a las ecuaciones 3.15 y 3.16 se obtiene:

$$\text{Distribución a lo largo} = \frac{12.5}{2.9} = 4.3 \approx 4 \text{ luminarias}$$

$$\text{Distribución a lo ancho} = \frac{9.0}{2.9} = 3.1 \approx 3 \text{ luminarias}$$

La distribución será de 4 x 3, por lo que se tendrá a lo largo 4 luminarias y 3 a lo ancho.

Para verificar que se tiene una buena distribución y tener una buena homogeneidad de iluminación se utiliza las ecuaciones siguientes:

$$\text{Homogeneidad} = \frac{\text{Largo}_{\text{del}_{\text{local}}}}{\#_{\text{luminarias}_{\text{a}_{\text{lo}_{\text{largo}}}}} \quad \text{EC. 3.18}$$

$$\text{Homogeneidad} = \frac{\text{Ancho}_{\text{del}_{\text{local}}}}{\#_{\text{luminaria}_{\text{a}_{\text{lo}_{\text{ancho}}}}} \quad \text{EC. 3.19}$$

A lo largo se tiene:

$$\text{Homogeneidad} = \frac{12.5}{4} = 3.13$$

El 3.13 es mucho mayor a la máxima separación permitida de 2.9 m de la luminaria, por lo que no cumple con la homogeneidad, por ello se debe de hacer una nueva distribución colocando 5 luminarias a lo largo y 3 a lo ancho.

Para verificar que se tiene una buena distribución y tener una buena homogeneidad de iluminación se tienen:

$$\text{Homogeneidad} = \frac{12.5}{5} = 2.5$$

El 2.5 que es menor a la máxima separación permitida 2.9 m y así cumplir con la homogeneidad,

A lo ancho se tiene:

$$\text{Homogeneidad} = \frac{9.0}{3.0} = 3.0$$

El 3.0 excede por muy poco el 2.9 de la máxima separación permitida por la luminaria, pero se tomara como aceptable para el grado de homogeneidad necesario.

Para encontrar la separación entre las lámparas se utiliza las ecuaciones siguientes:

$$\text{Separación a lo largo} = \frac{\text{Largo}_{\text{del}_{\text{local}}}}{\#_{\text{luminarias}_{\text{a}_{\text{lo}_{\text{largo}}}}} \quad \text{EC. 3.20}$$

$$\text{Separación a lo ancho} = \frac{\text{Ancho}_{\text{del}_{\text{local}}}}{\#_{\text{luminaria}_{\text{a}_{\text{lo}_{\text{ancho}}}}} \quad \text{EC. 3.21}$$

Introduciendo datos a las ecuaciones 3.20 y 3.21 se tiene:

$$\text{Separación a lo largo} = \frac{12.5}{5} = 2.5 \text{ m.}$$

$$\text{Separación a lo ancho} = \frac{9.0}{3.0} = 3.0 \text{ m.}$$

Para encontrar la separación entre las lámparas y las paredes se utiliza las ecuaciones siguientes:

$$\text{Separación a lo largo entre pared} = \frac{\text{Separación}_{\text{a}_{\text{lo}_{\text{ancho}}}}}{2} \quad \text{EC. 3.22}$$

$$\text{Separación a lo ancho entre pared} = \frac{\text{Separación}_a_{lo}_{largo}}{2} \quad \text{EC. 3.23}$$

Introduciendo datos a las ecuaciones 3.22 y 3.23 se tiene:

$$\text{Separación a lo largo entre pared} = \frac{3.0}{2} = 1.5 \text{ m.}$$

$$\text{Separación a lo ancho entre pared} = \frac{2.5}{2} = 1.25 \text{ m.}$$

Por lo anterior se deben instalar 15 luminaria fluorescentes de 2 tubos de 40 W cada uno, con las especificaciones indicadas al inicio de este inciso, y la distribución mostrada en las figuras siguientes:

Figura 26. Plano de distribución de luminarias del salón 101

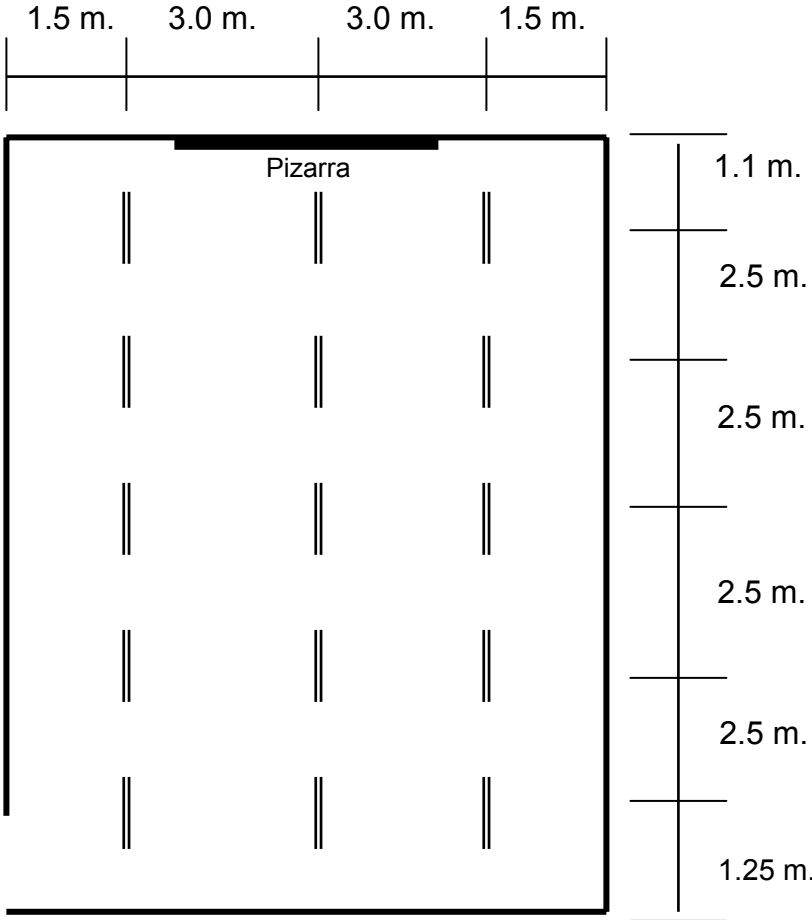
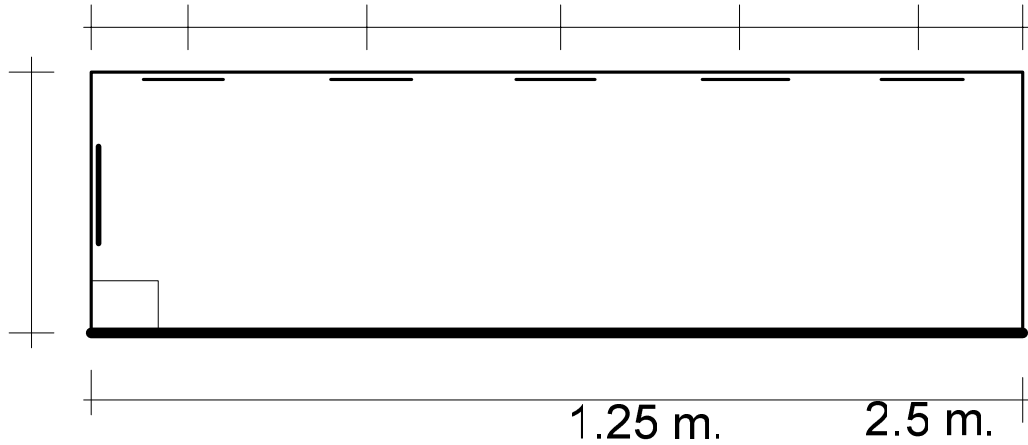


Figura 27. Perfil del plano de distribución de luminarias del salón 101



En el apéndice en la tabla XLIV se encuentra el resumen de todos los cálculos de las áreas iluminadas dentro del edificio.

Lámpara

3.3.2 Iluminación de parqueo ^{3.0 m.} Pizarra

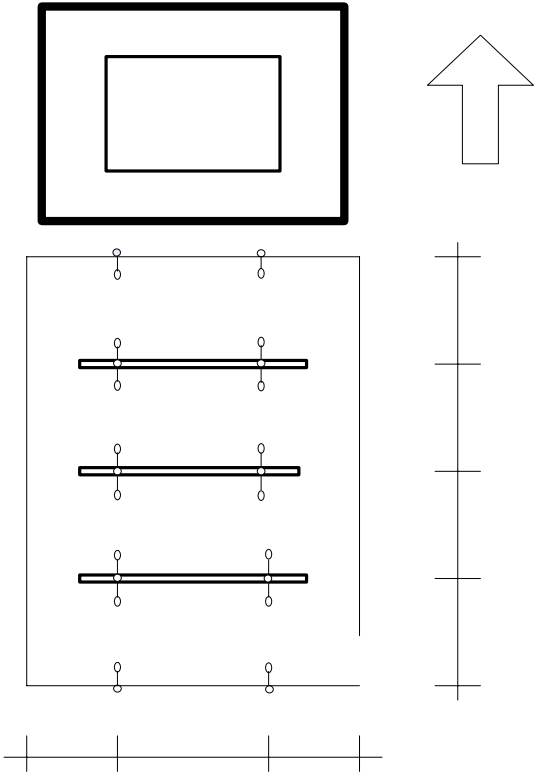
La iluminación del parqueo es importante para la seguridad y comodidad de las personas que lo utilizan durante la noche. Para diseñar un sistema de iluminación de exteriores se pueden utilizar varios métodos como el de las curvas isolux, o el punto por punto, para la aplicación de estos métodos se requiere conocer las características de las luminarias como ancho de haz, vida útil, las curvas fotométricas, etc., proporcionados por el fabricante.

La utilización de los métodos mencionados anteriormente, son aplicables para espacios grandes en donde se requiera que la iluminación sea un factor muy importante, para el trabajo que se realice en el lugar. Pero en el caso del parqueo del edificio, la iluminación no es un factor determinante, por lo que para diseñar el sistema de iluminación se utilizara una distribución típica de luminarias que permita obtener niveles de iluminación adecuados a las necesidades.

Para el cálculo de la iluminación del parqueo, se realizo, basándose en la selección de las luminarias, la altura de montaje y la separación de las lámparas, para iluminar una anchura determinada de área. Para realizar el diseño de la iluminación del parqueo se utilizara la configuración típica de alumbrado para calles del manual del alumbrado de la empresa Westinghouse, el cual aparece resumido en la tabla del anexo G.

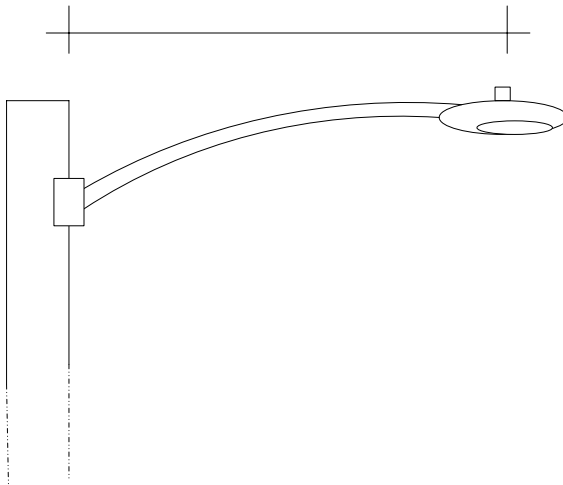
Para el parqueo del edificio S – 11 que tiene las dimensiones, 52.0 mts de ancho y 120.0 mts de largo, el cual se divide en cuatro parqueos dobles de estacionamientos a lo ancho. El manual recomienda un nivel de iluminación de 20 lux para áreas de parqueos. Observando en la tabla de configuraciones típicas de alumbrado, diseñadas para áreas de 7.2 mts de ancho, por lo cual se escogerán lámpara de vapor de mercurio tipo H33-1CD, 400 W luz clara, Separación de 30.0 mts, iluminación media de 22 lux, con una longitud de brazo para cada lámpara de 1.2 m, con una distribución como se muestra en la figura 28, la cual tiene una configuración de tipo oposición que consiste en poner en un mismo poste dos lámparas separadas 180 grados. Para así obtener una iluminación media mayor de 20 lux en el parqueo, según las normas.

Figura 28. Plano de la distribución de lámpara para iluminar el parqueo



Edificio
S-11

Figura 29. Figura del brazo en donde se deben instalar las lámpara para iluminar el parqueo



3.4 Diseño de red de tierras

El sistema de tierras es una red de conductores eléctricos unidos a una o más tomas de tierra y provisto de una o varias terminales a las que pueden conectarse puntos de la instalación.

Según las mediciones efectuadas, dieron los resultados señalados en el capítulo uno, no es necesaria una red de tierras ya que la toma de tierra de la instalación eléctrica, brinda la protección requerida según las normas –NTIE-.

3.5 Cálculo de pararrayos

Para cálculo del pararrayos del edificio se utilizar el método de bayonetas que son piezas de tubo de hierro galvanizado, con su extremo superior cortado en diagonal, terminado en punta, de una longitud variable que depende de la zona que va a proteger, y con un diámetro que depende de la longitud del tubo.

Las bayonetas actúan como electrodos, provocando mediante el efecto de punta, la concentración de cargas electrostáticas durante la descarga de un rayo.

Las bayonetas se colocan sobre las partes más altas de las estructuras, protegiendo un área igual a la sección del cono que corta. El ángulo de protección máximo del cono se ha determinado, en forma experimental, de 30° respecto a su eje.

El edificio cuenta con las siguientes medidas, Ancho: 41.4 mts, Largo: 51.4 mts, Alto: 11.0 mts.

Según las normas *Nacional Fire Protection Association*, por sus siglas en idioma inglés –NFPA- (78-1968), para la construcción de una protección contra descargas atmosféricas en edificios se deben seguir los siguientes pasos:

- a) Las bayonetas se deben conectar, al menos, a dos conductores que vayan a la tierra en direcciones opuestas y con las trayectorias más cortas.

- b) Las curvaturas de los conductores deben de ser lo más amplia posible y nunca formar ángulos menores a 90° . Los conductores de tierra deben de estar colocados en el lado exterior de los muros y protegidos contra daños mecánicos.

- c) Los cables conductores y de interconexión deben tener por lo menos un calibre no. 2 AWG.

- d) Las bayonetas deben tener una altura mínima de 0.6 mts y la misma sección neta especificada para los cables.

- e) Todos los componentes del sistema de pararrayos deben estar colocados en forma segura y permanente. Además el material de las bayonetas y todos los elementos del sistema deben estar protegidos contra la oxidación y el envejecimiento.

Se debe de instalar en la azotea del edificio bayonetas de 1.0 m de longitud, de hierro galvanizado, todas unidas con cables desnudos de calibre no. 2 AWG. Colocar una bayoneta en cada una de las esquinas de la parte superior del techo del edificio, conectando todas las bayonetas entre si y a tierra en cada esquina del edificio del lado exterior, llevando el cable dentro de tubo pvc eléctrico, hasta conectarlo a varillas enterradas de hierro galvanizado de 1.22 mts de longitud.

4. EVALUACIÓN DE INCORPORAR EL EDIFICIO S-11 AL MERCADO MAYORISTA

4.1 Descripción del Administrador del Mercado Mayorista (AMM)

El administrador del mercado mayorista es una organización creada por el gobierno de la república de Guatemala en 1996, para poner en marcha el ordenamiento de la industria eléctrica del país con la ley general de electricidad decreto 93-96 y su reglamento en el acuerdo gubernativo 256-97, en donde aparece la creación del Administrador del Mercado Mayorista, (AMM), la cual es una institución sin fines de lucro con las siguientes funciones:

- La coordinación de la operación de centrales generadoras, interconexiones internacionales y líneas de transporte al mínimo costo para el conjunto de operaciones del mercado mayorista, en un marco de libre contratación de energía eléctrica entre agentes del mercado mayorista.
- Establecer precios de mercado de corto plazo para las transferencias de potencia y energía entre generadores, comercializadores, distribuidores, importadores y exportadores; específicamente cuando no correspondan a contratos libremente pactados.
- Garantizar la seguridad y el abastecimiento de energía eléctrica en el país.

Además de las funciones anteriores, el AMM debe realizar las siguientes actividades:

- Planificar anualmente la forma en que se cubrirán las necesidades de potencia y energía del sistema, tratando de optimizar el uso de los recursos energéticos disponibles. La programación anual es revisada y ajustada semanal y diariamente.
- Vigilar el comportamiento de la demanda y la operación del parque generador, así como del sistema de transporte. Asimismo, debe mantener la seguridad del suministro verificando constantemente las variables eléctricas del sistema y respetando las limitaciones de equipos e instalaciones asociadas.
- Cuantificar los intercambios de potencia y energía entre los participantes del mercado mayorista, y valorizarlos utilizando el precio de oportunidad de la energía y el precio de referencia de la potencia. Para ello, el AMM debe diseñar e implementar un sistema de medición que permita conocer en forma horaria la energía y potencia producida y/o consumida. Además, administrará los fondos que surgen de las transacciones entre los agentes que operan en el mercado mayorista.

Los agentes del mercado mayorista son: generadores, distribuidores, transportistas y comercializadores. Además de los agentes, se define también a los grandes usuarios. Cualquier agente y gran usuario es llamado en general participante.

Para poder ser agente o gran usuario del mercado mayorista se debe cumplir con los siguientes requisitos básicos de la tabla siguiente:

Tabla XXIV. Requisitos básicos para poder ser agente o gran usuario del mercado mayorista

Participante	Requisito
Generadores	Potencia máxima de por lo menos 10 MW
Distribuidores	Tener por lo menos 20,000 usuarios
Transportistas	Potencia firme conectada de por lo menos 10 MW
Comercializadores	Comprar o vender bloques de energía asociada a una potencia firme de al menos 10MW
Grandes usuarios	Demanda máxima de al menos 100 KW

Fuente: **Reglamento del administrador del mercado mayorista.** www.AMM.org.gt

Dichos participantes están definidos en el artículo 5 del reglamento del administrador del mercado mayorista, que se describe a continuación:

Artículo 5.1. Presentar ante el AMM cuando se realicen transacciones en el mercado a término, de conformidad con la norma de coordinación comercial No. 13, la siguiente información:

Artículo 5.1.1. Una solicitud indicando que se desea incorporar al mercado a término, un contrato o modificación a un contrato vigente.

Artículo 5.1.2. declaración jurada con el resumen de las condiciones contractuales más importantes, tales como: tipo de contrato, precio, plazo, punto de entrega, fórmulas de ajuste, penalizaciones, acuerdos de programas de mantenimiento, acuerdos sobre el pago de peajes y cualquier otra información que las partes consideren conveniente con el objetivo de facilitar la administración del contrato al AMM, de conformidad con la NCC-13.

Artículo 5.1.3. Presentar la planilla correspondiente firmada por la parte compradora y vendedora.

Artículo 5.2. Presentar la información correspondiente a la norma de coordinación operativa No. 1 (NCO-1), base de datos, norma de coordinación operativa No. 1 (NCO-1), coordinación del despacho de carga, que le permitan al AMM incluir su operación en los modelos de programación y análisis de sistemas eléctricos de potencia, debiendo incluir la información correspondiente a la programación de largo plazo, programación semanal y despacho diario.

Artículo 5.3. Presentar certificación de inscripción en el registro del ministerio de energía y minas, haciendo constar en la misma el requisito señalado en el artículo 5 del reglamento del administrador del mercado mayorista, de que tienen una demanda de potencia, entendida como demanda máxima, que exceda 100 kW o el límite inferior fijado por el ministerio en el futuro, en cada punto de medición.

Artículo 5.4. Contar con la habilitación por parte del AMM de los equipos de medición, de conformidad con lo establecido en la NCC14, sistema de medición comercial.

Artículo 5.5. La información anterior debe ser presentada al AMM a más tardar dos días hábiles antes de la presentación de la información para la programación semanal, si se trata de contratos nuevos o los ya administrados por el AMM si presentan algún cambio en las condiciones del mismo.

Artículo 5.6. Presentar cada año al AMM a partir de la fecha de inicio de operaciones en el mercado mayorista, una declaración jurada de que su demanda excede 100 kW o en el futuro.

4.2 Evaluación de incorporar el edificio S-11 al mercado mayorista

Según el reglamento del AMM en el Artículo 5 inciso 3, el cual dice que unos de los requerimientos, para poder entrar al mercado mayorista como gran usuario, es tener una demanda máxima de potencia, que exceda 100 kW o el límite inferior fijado por el ministerio en el futuro, en cada punto de medición. La cual, en el edificio S-11 no llega a dicho valor de demanda máxima, como puede verse en las figura 11, así también los datos de la tabla XLI en el apéndice, datos obtenidos por las mediciones realizadas en dicho edificio, por lo cual el edificio S-11 no califica como gran usuario.

5. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS VRS. LO EXISTENTE EN EL EDIFICIO

5.1 Comparación de los calibres de los conductores eléctricos

En las tablas XIV a la XVIII aparecen los resultados de los cálculos de los calibres de los conductores eléctricos, el amperaje de la protección, y los existentes en el edificio, en la cual se puede observar que muchos de los calibres calculados son menores a los existentes en el edificio, por lo que se puede decir que lo existente en el edificio funciona adecuadamente, pero en otros casos los calibres calculados son mayores como en el caso de la acometida, ya que actualmente el edificio es utilizado como oficinas de varios organismos de la Universidad, que utilizan varios ordenadores y otros aparatos que consumen mucho más energía, que la que consumiría si solo fueran salones de clases, como estaba diseñado en un principio.

Tabla XXV. Comparación de calibres de conductores y protecciones del circuito de alimentación

No.	DESCRIPCIÓN	Calibre del Conductor (calculado)	Protección	calibre del conductor (existente)	Protección
		AWG	Amp.	AWG	Amp.
1	Acometida	500 MCM	3 X 225	1/0	3 X 225
2	Primer Nivel	1/0	3 X 100	4	3 X 100
3	Segundo Nivel	1/0	3 X 100	4	3 X 100
4	Tercer Nivel	2/0	3 X 150	4	3 X 100

Tabla XXVI. Comparación de calibres de conductores y protecciones del primer nivel

No.	DESCRIPCIÓN	Calibre del Conductor (calculado)	Protección	calibre del conductor (existente)	Protección
		AWG	Amp.	AWG	Amp.
1	Iluminación pasillo	10	1 X 15	14	1 X 20
2	Iluminación entrada oeste	12	1 X 15	14	1 X 20
3	Iluminación salón 104	12	1 X 20	14	1 X 20
4	Iluminación salón 103	12	1 X 15	14	1 X 20
5	Iluminación salón 102	12	1 X 15	14	1 X 20
6	Iluminación salón 101	12	1 X 15	14	1 X 20
7	Iluminación pasillo	10	1 X 15	14	1 X 20
8	Iluminación salón 105	12	1 X 15	14	1 X 20
9	Iluminación salón 106	12	1 X 15	14	1 X 20
10	Iluminación salón 107	12	1 X 15	14	1 X 20
11	Iluminación salón 108	12	1 X 15	14	1 X 20
12	Iluminación salón 109	12	1 X 15	14	1 X 30
13	Iluminación gradas oeste	12	1 X 15	14	1 X 20
14	Fuerza salón 101,102	12	1 X 20	14	1 X 20
15	Fuerza 103,104	12	1 X 20	14	1 X 20
16	Fuerza 105, 106, 107	12	1 X 20	14	1 X 20
17	Fuerza salón 101,102, 103, 104	12	1 X 20	14	1 X 20
18	Fuerza salón 101,102, 103, 105	12	1 X 20	14	1 X 20
19	Fuerza en bodega de tablero	12	2 X 20	10	2 X 40
20	F. de tablero aux. en salón 105	12	2 X 20	8	2 X 40
21	Fuerza gradas este	12	2 X 20	10	2 X 40
22	Fuerza salones 108 y 109	12	1 X 20	14	1 X 20
23	Fuerza salones 105, 106, 108, 109	12	1 X 20	14	1 X 40
24	Fuerza salones 105, 106, 108, 110	12	1 X 20	14	1 X 30
25	Secadora de manos	12	1 X 30	14	1 X 30
26	Bomba de agua	12	1 X 30	8	1 X 30
27	Bomba de agua	12	1 X 30	8	1 X 30
Tablero auxiliar del primer nivel					
1	Fuerza	14	1 X 20	12	1 X 20
2	Fuerza	14	1 X 20	12	1 X 20
3	Fuerza	14	1 X 20	12	1 X 20

Tabla XXVII. Comparación de calibres de conductores y protecciones del segundo nivel

No.	DESCRIPCIÓN	Calibre del Conductor (calculado)	Protección	calibre del conductor (existente)	Protección
		AWG	Amp.	AWG	Amp.
1	Iluminación pasillo	10	1 X 15	12	1 X 20
2	I. gradas y baños oeste	12	1 X 15	12	1 X 20
3	Iluminación salón 201	12	1 X 15	12	1 X 20
4	Iluminación salón 202	12	1 X 20	12	1 X 20
5	Iluminación salón 203	12	1 X 15	12	1 X 20
6	Iluminación salón 204	12	1 X 15	12	1 X 20
7	Iluminación salón 205	12	1 X 15	12	1 X 20
8	Iluminación salón 206	12	1 X 30	12	1 X 20
9	Iluminación pasillo	10	1 X 15	12	1 X 20
10	Iluminación baños este	12	1 X 15	12	1 X 20
11	Iluminación salón 212	12	1 X 15	12	1 X 20
12	Iluminación salón 211	12	1 X 15	12	1 X 20
13	Iluminación salón 210	12	1 X 15	12	1 X 20
14	Iluminación salón 209	12	1 X 15	12	1 X 20
15	Iluminación salón 208	12	1 X 15	12	1 X 20
16	Fuerza salón 201	12	1 X 20	12	1 X 20
17	Fuerza salón 202	12	1 X 20	12	1 X 20
18	Fuerza salón 203	12	1 X 20	12	1 X 20
19	Fuerza salón 204	12	1 X 20	12	1 X 20
20	Fuerza salón 205	12	1 X 20	12	1 X 20
21	Fuerza salón 206	12	1 X 20	12	1 X 20
22	Fuerza salones 201 a 206	12	1 X 20	12	1 X 20
23	Fuerza salones 201 a 206	12	1 X 20	12	1 X 20
24	Fuerza en bodega de tablero	12	2 X 20	8	2 X 40
25	Fuerza salón 209	12	1 X 20	12	1 X 20
26	Iluminación salón 207 y baños	12	1 X 20	12	1 X 20
27	Fuerza salón 210	12	1 X 20	12	1 X 20
28	Fuerza salón 211	12	1 X 20	12	1 X 20
29	Fuerza salón 210 y 207	12	1 X 20	12	1 X 20
30	Fuerza salón 208	12	1 X 20	12	1 X 20
31	Fuerza salón 207 a 212	12	1 X 20	12	1 X 20
32	Fuerza salón 207 a 212	12	1 X 20	12	1 X 20
33	F. tablero aux. en el salón 309	12	2 X 30	6	2 X 50

Tabla XXVIII. Comparación de los calibres de conductores y protecciones del tercer nivel

No.	DESCRIPCIÓN	Calibre del Conductor (calculado)	Protección	calibre del conductor (existente)	Protección
		AWG	Amp.	AWG	Amp.
1	Iluminación pasillo	10	1 X 15	12	1 X 20
2	Iluminación salón 306	12	1 X 20	12	1 X 20
3	Iluminación salón 305	12	1 X 15	12	1 X 20
4	Iluminación salón 304	12	1 X 15	12	1 X 20
5	Iluminación salón 303	12	1 X 15	12	1 X 20
6	Iluminación salón 302	12	1 X 20	12	1 X 20
7	Iluminación salón 301	12	1 X 15	12	1 X 20
8	I. baños y gradas este	12	1 X 15	12	1 X 20
9	Iluminación pasillo	10	1 X 15	12	1 X 20
10	Iluminación salón 307	12	1 X 15	12	1 X 20
11	Iluminación salón 308	12	1 X 20	12	1 X 20
12	Iluminación salón 309	12	1 X 15	12	1 X 20
13	Iluminación salón 311	12	1 X 15	12	1 X 20
14	Iluminación salón 310	12	1 X 15	12	1 X 20
15	Iluminación salón 312	12	1 X 20	12	1 X 20
16	I. baños y gradas oeste	12	1 X 15	12	1 X 20
17	Fuerza salón 301	12	1 X 20	12	1 X 20
18	Fuerza salón 302	12	1 X 20	12	1 X 20
19	Fuerza salón 303	12	1 X 20	12	1 X 20
20	Fuerza salón 304	12	1 X 20	12	1 X 20
21	Fuerza salón 305	12	1 X 20	12	1 X 20
22	Fuerza salón 306	12	1 X 20	12	1 X 20
23	Fuerza salón 301 a 306	12	1 X 20	12	1 X 20
24	Fuerza salón 301 a 306	12	1 X 20	12	1 X 20
25	Fuerza salón 312	12	1 X 20	12	1 X 20
26	Fuerza salón 310	12	1 X 30	12	1 X 40
27	Fuerza salón 311	12	1 X 20	12	1 X 20
28	Fuerza salón 309	12	1 X 20	12	1 X 20
29	Fuerza salón 308	12	1 X 20	12	1 X 20
30	Fuerza salón 307	12	1 X 20	12	1 X 20
31	Fuerza salones 307 a 312	12	1 X 20	12	1 X 20
32	Fuerza salones 307 a 312	12	1 X 20	12	1 X 30
33	Fuerza en bodega de tablero	12	2 X 30	8	2 X 40
34	Fuerza salón 301	12	1 X 20	12	1 X 40
35	F. tablero aux. No. 1 salón 311	10	1 X 20	6	1 X 70
36	Iluminación parqueo	12	2 X 30	10	2 X40

Tabla XXIX. Comparación de los calibres de conductores de los tableros auxiliares y protecciones del tercer nivel

No.	DESCRIPCIÓN	Calibre del Conductor (calculado)	Protección	calibre del conductor (existente)	Protección
		AWG	Amp.	AWG	Amp.
Tablero auxiliar No. 1					
1	Fuerza revista Usac	12	1 X 20	12	1 X 30
2	Fuerza salón 309	12	1 X 20	12	1 X 20
3	Fuerza salón 305	12	1 X 20	12	1 X 20
4	F. tablero aux. No. 5 en salón 307	12	2 X 20	12	2 X 20
5	Fuerza salón 312	12	1 X 20	12	1 X 20
6	Fuerza salón 303	12	1 X 20	12	1 X 30
7	Fuerza salón 304	12	1 X 20	12	1 X 20
8	Fuerza salón 304	12	1 X 20	12	1 X 20
9	Fuerza salón 312	12	1 X 20	12	1 X 20
10	Fuerza salón 312	12	1 X 20	12	1 X 20
11	Fuerza salón 302	12	1 X 20	12	1 X 30
Tablero auxiliar No. 2					
1	Aire acondicionado	12	2 X 20	10	2 X 30
Tablero auxiliar No. 3					
1	Fuerza salón 302	12	1 X 20	12	1 X 20
2	Fuerza salón 302	12	1 X 20	12	1 X 20
Tablero auxiliar No. 4					
1	Hornos de microondas	12	1 X 15	12	1 X 20
2	Maquina de offset	12	2x20	12	2x30
3	Fuerza salón 308	12	1 X 20	12	1 X 20
4	F. tablero aux. No.5 en salón 307	12	2x20	12	2x20
Tablero aux. No. 5, S. 307					
1	Fuerza	12	1 X 20	12	1 X 20
2	Fuerza	12	1 X 20	12	1 X 20
Tablero aux. No.6, S. 309					
1	Cámara fotográfica	12	2 X 20	12	2 X 30
2	Iluminación	12	1 X 15	12	1 X 15
3	Máquina offset	12	2 X 20	12	2 X 30
4	Compaginadora	12	1 X 15	12	1 X 20
5	Engrapadora	12	1 X 15	12	1 X 15

5.2 Comparación de los diámetros y área de las tuberías y canaletas de las instalaciones eléctricas

La comparación del área de las tuberías de los conductores eléctricos se realizara por cada nivel, como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla XXX. Comparación de diámetros y área de las canalizaciones eléctricas calculadas y lo existente en el edificio

No.	Descripción	Tubería		Canaleta	
		Diámetros existentes	Diámetros calculados	Áreas existentes	Áreas calculados
1	Primer nivel				
2	Acometida	3"	4"		
3	Circuitos de iluminación (conduit negro)	3/4"	3/4"		
4	Circuitos de fuerza (poliducto)	1"	1"		
5	Circuito de iluminación en pasillos			3" x 3"	3" x 3"
Segundo nivel					
1	Circuitos de iluminación (conduit negro)	3/4"	3/4"		
2	Circuitos de fuerza (poliducto)	1"	1"		
3	Circuito de iluminación en pasillos			3" x 3"	3" x 3"
Tercer nivel					
1	Circuitos de iluminación (conduit negro)	3/4"	3/4"		
2	Circuitos de fuerza (poliducto)	1"	1"		
3	Circuito de iluminación en pasillos			3" x 3"	3" x 3"
4	Circuitos extras	3/4"	3/4"		

Donde:

- Los circuitos de Iluminación de pasillos se utilizara canaleta ya que todo el pasillo debe esta iluminado y pasa por enfrente de todos los salones de cada nivel, la canaleta se utilizara para transportar todos los circuitos de iluminación de cada salón, ver fotografías no. 11, 16 y 20 del anexo J.

5.3 Comparación del diseño lumínico de las áreas iluminadas

La comparación del nivel de iluminación medido y el nivel de iluminación existente en el edificio se realiza en la tabla siguiente:

Tabla XXXI. Comparación de los niveles de iluminación medidos y los niveles recomendados

No.	Descripción	N. I. en luxes (medido)	N. I. en luxes (adecuado)
1	Entrada del lado oeste	70	100
2	Salones 101 y 104	232	500
3	Salones 102,106,107y108	208	500
4	Salones 103 y 109	215	500
5	Salón 105	187	500
6	Pasillos	69	100
7	Baños primer nivel	53	100
8	Gradas del 1do al 2er nivel	20	150
9	Salones 201, 207	189	500
10	Salones 202,206,208y212	200	500
11	Salones 203,204,205,209,210y211	195	500
12	Pasillos	73	100
13	Baños segundo nivel	76	100
14	Gradas del 2do al 3er nivel	12	150
15	Salones 301y307	176	500
16	Salones 302,306,308y312	198	500
17	Salones 303,304,305,309,310y311	187	500
18	Pasillos	63	100
19	Baños tercer nivel	72	100
20	Parqueos	2	20

Como puede observarse en la tabla anterior el nivel de iluminación medido es inferior al recomendado por la norma, esto se debe a la degradación del nivel lumínico y ha que las lámparas no reciben ningún tipo de mantenimiento, como quitarle el polvo a las lámparas y reflectores, y cambiar los tubos en mal estado. El diseño lumínico de los ambientes del edificio se calculó de acuerdo con los niveles recomendados de iluminación.

5.4 Comparación del diseño de pararrayos

Dado que el edificio no cuenta con la protección de pararrayos, se realizó el diseño que aparece en el capítulo 3, el cual cumple con las normas para tener la protección de las personas como al sistema eléctrico en el edificio.

6. IMPACTO TÉCNICO RECÍPROCO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL EDIFICIO S-11 Y LA RED DE DISTRIBUCIÓN

La comisión nacional de energía eléctrica en sus normas técnicas de servicio de distribución, en el artículo 12 señala que es obligación del distribuidor dentro de su zona de servicio, prestar a sus usuarios, un servicio de energía eléctrica que cumpla con los índices o indicadores de calidad exigidos, como lo son el desbalance de tensión y la distorsión armónica. Así también, los usuarios debe cumplir las normas técnicas, realizando todas las instalaciones internas, incluyendo las reparaciones o modificaciones, que sean necesarias para evitar introducir perturbaciones en la red del distribuidor que afecte la calidad del servicio eléctrico de distribución.

Cuando el distribuidor o el consumidor no cumplan con las normas técnicas, el infractor deberá pagar al afectado una indemnización, cuyos costos se mencionan en el capítulo uno.

El impacto técnico recíproco de los índices de calidad entre el sistema eléctrico del edificio y el de la red de distribución, se debe de realizar la medición de calidad de energía en la acometida y considerar al edificio como una carga puntual, permaneciendo éste sin ningún consumo de energía durante el periodo de medición, debiendo ser igual al periodo de medición realizado cuando en el edificio exista un consumo de energía de forma habitual. (En este estudio se utilizó un periodo de medición de 24 horas).

Dadas las actividades que se realizan en el edificio, como lo son de orden docente y administrativo, no era posible dejar fuera de servicio el edificio durante el periodo mencionado antes, por lo que se determinó utilizar el periodo de medición estando el edificio conectado y dividirlo en dos periodos de siete horas cada uno, durante el día y la noche, simulando así el periodo conectado y el otro desconectado.

Los periodos que se utilizaron para simular la medición estando el edificio conectado es el ubicado entre las 14:00 y 21:00 hrs., ya que en este periodo es cuando se consume más energía eléctrica en el edificio y el periodo desconectado del edificio, es el ubicado entre las 00:00 y 07:00 hrs., ya que es en este periodo en el cual hay un menor consumo de energía, ya que a toda hora en el edificio existen un consumo de energía, por ello, estos análisis realizados son solamente una aproximación a los valores reales, por lo tanto no se puede aseverar que el edificio o la red de distribución estén incumpliendo en los parámetros de calidad establecidas en las normas.

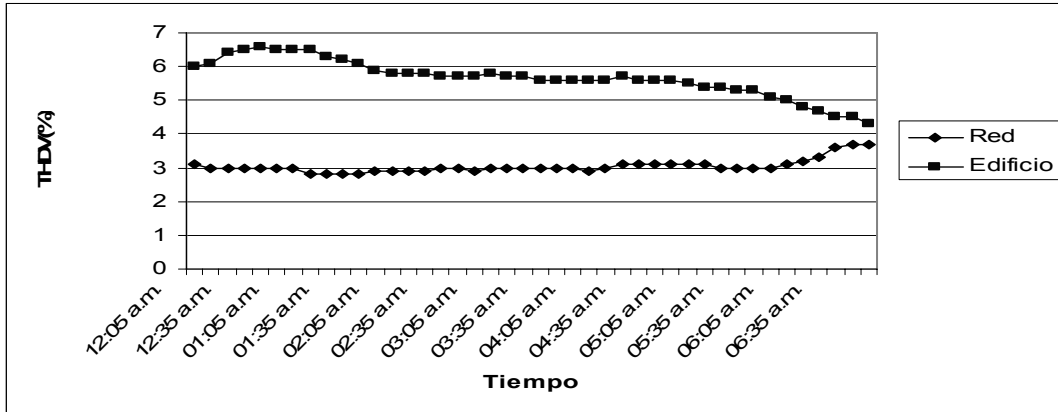
6.1 Distorsión armónica

En las figuras siguientes se muestran las gráficas de la distorsión armónica total del voltaje (THDV) de cada una de las líneas, que son los resultados de las indicaciones anteriores, en donde aparecen representadas las mediciones estando el edificio conectado (Edificio) y desconectado (Red).

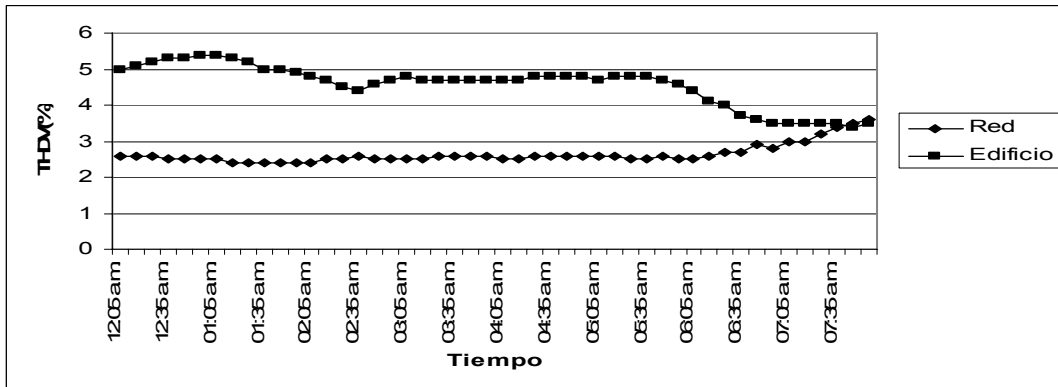
Se puede observar que durante el periodo en que el edificio esta conectado se genera mayor distorsión armónica que se suma al sistema, esto puede deberse a la gran cantidad de equipo de oficina y la maquinaria de imprenta que hay en el edificio.

Como puede observarse en todo momento existe una distorsión estando conectado y desconectado el edificio, que en este último caso podría ser ocasionado por el edificio, ya que a toda hora hay un consumo mínimo de energía, o ser el sistema el que introduzca distorsión armónica al edificio, pero como esta tiene un valor máximo de 3.3% y el valor máximo permitido por las normas es de 8%, por ello, se puede tomar como aceptables el funcionamiento del sistema eléctrico y de la red de distribución.

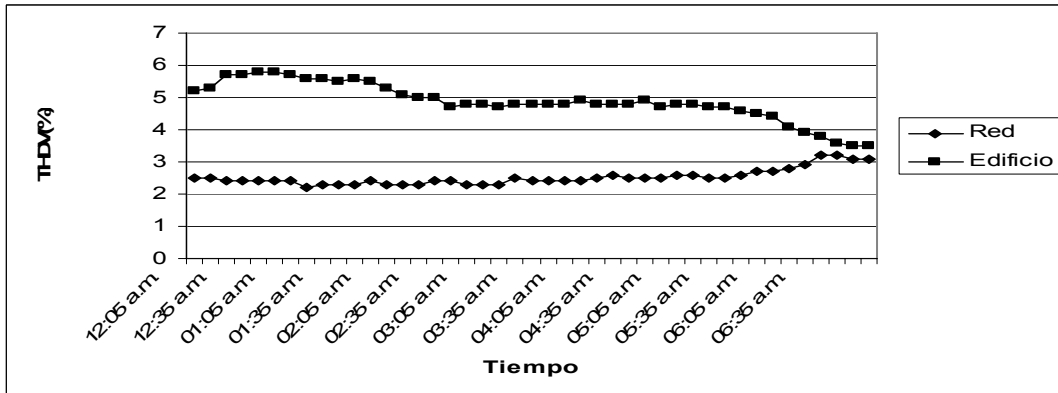
Figuran 30. Gráfica THDV de la línea uno contra tiempo



Figuran 31. Gráfica THDV de la línea dos contra tiempo



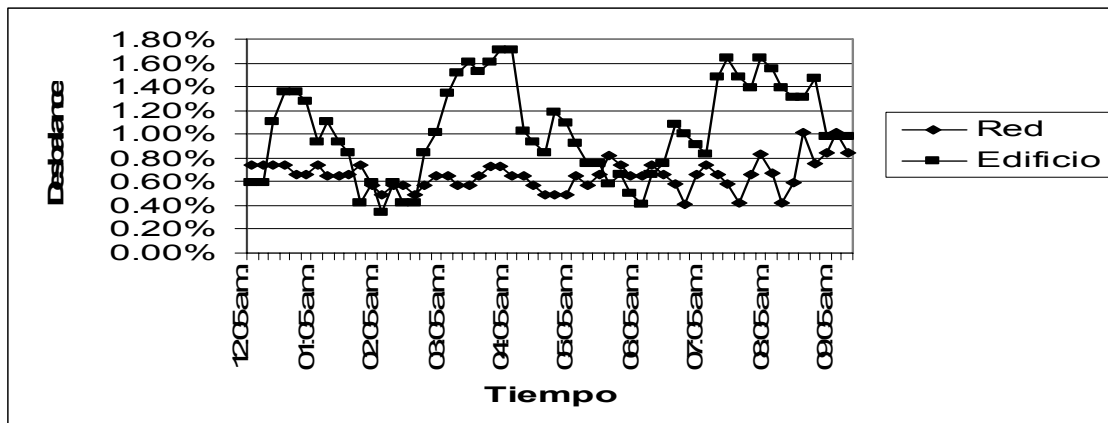
Figuran 32. Gráfica THDV de la línea tres contra tiempo



6.2 Desbalance de tensión

En la siguiente figura se muestra la gráfica del porcentaje de desbalance de servicio trifásico de tensión cuando el edificio esta conectado (Edificio) y cuando esta desconectado (Red), como puede observarse el desbalance de tensión se incrementa cuando el edificio esta conectado, siendo el valor máximo de 1.71%, y cuando el edificio esta desconectado, el desbalance de tensión tiene un valor máximo de 0.9%, dado que estos valores son bastante menores al valor máximo de 3% permitido por la norma, se puede considerar como aceptable el desbalance de tensión existente.

Figuran 33. Gráfica de desbalance de tensión contra tiempo



7. PROPUESTAS DE SOLUCIONES A PROBLEMAS EN EL SISTEMA ELÉCTRICO Y DE ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO

7.1 Propuesta de solución al desbalance de las cargas eléctricas encontrado en el tablero principal del tercer nivel

En el tercer nivel de edificio se han realizado expansiones del sistema eléctrico, y para ello ha sido necesario instalar varios tableros auxiliares que se conectaron al azar en las líneas del sistema, sin un análisis de balance de carga, sobrecargando las líneas uno y tres, contribuyendo al desbalance existente en las líneas,

Además, aunque las cargas eléctricas en el resto de los circuitos, en el edificio, están balanceadas en las líneas, no se encienden los aparatos eléctricos conectados en ellas a la misma hora, lo que provoca el desbalance en el sistema eléctrico. Se puede apreciarse en los siguientes datos:

Línea uno: corriente promedio = 68.26 A.

Línea dos: corriente promedio = 41.63 A

Línea tres: corriente promedio = 57.97 A

Línea neutro: corriente promedio = 35.78 A

7.1.1 Distribución actual en que se encuentran los circuitos eléctricos en el tablero principal del tercer nivel

A continuación se presenta las tablas XXXII y XXXIII en las cuales aparecen las descripciones de los circuitos eléctricos actualmente en el tercer nivel del edificio, así como la sumatoria de la demanda máxima de potencia para cada línea del tablero.

Tabla XXXII. Descripción de los circuitos eléctricos del tablero principal en el tercer nivel del edificio

	DESCRIPCIÓN	C.I.	f.d.	D.M.E			Flipon
		total VA		Línea 1	Línea 2	Línea 3	
1	Iluminación pasillo	1320	0.5	660			1x20
2	Iluminación salón 306	1380	1		1380		1x20
3	Iluminación salón 305	960	1	360			1x20
4	Iluminación salón 304	960	1			360	1x20
5	Iluminación salón 303	960	1		360		1x20
6	Iluminación salón 302	1280	1	1280			1x20
7	Iluminación salón 301	960	1			360	1x20
8	Iluminación gradas	400	1		400		1x20
9	Iluminación pasillo	1360	0.5	680			1x20
10	Iluminación salón 307	960	1			360	1x20
11	Iluminación salón 308	1280	1	1280			1x20
12	Iluminación salón 309	960	1			360	1x20
13	Iluminación salón 311	960	1	360			1x20
14	Iluminación salón 310	960	1		360		1x20
15	Iluminación salón 312	1280	1			1280	1x20
16	Iluminación gradas	720	1		720		1x20
17	Fuerza salón 301	150	0.6			90	1x20
18	Fuerza salón 302	300	0.6	180			1x20
19	Fuerza salón 303	150	0.6		90		1x20
20	Fuerza salón 304	150	0.6			90	1x20
21	Fuerza salón 305	150	0.6	90			1x20
22	Fuerza salón 306	300	0.6		180		1x20
23	Fuerza salón 301 a306	900	0.6	540			1x20
24	Fuerza salón 301 a 306	900	0.6	540			1x20
25	Fuerza salón 312	300	0.6	180			1x20
26	Fuerza salón 310	150	0.6		90		1x40
27	Fuerza salón 311	150	0.6			90	1x20
28	Fuerza salón 309	150	0.6	90			1x20
29	Fuerza salón 308	300	0.6			180	1x20
30	Fuerza salón 307	150	0.6		90		1x20
31	Fuerza salón 307 a 312	900	0.6			540	1x20
32	Fuerza salón 307 a 312	1800	0.6			1080	1x20
33	Fuerza en tablero	500	0.4	100	100		2x40
34	Fuerza salón 301 y 302	1197	0.6	718			1x40
35	Fuerza tablero aux. No1	1596	0.4		319	319	2x40
36	Iluminación parqueo	2000	0.5		500	500	2x30
	Sumatorias de D.M.E.			7058	4589	5609	

Tabla XXXIII. Descripción de los circuitos eléctricos de los tableros auxiliares en el tercer nivel del edificio

	DESCRIPCION	C.I.	f.d.	D.M.E			
		TOTAL		Línea 1	Línea 2	Línea 3	
		VA					
Tablero auxiliar No. 1							
1	Fuerza revista Usac	798	0.6	479			1x30
2	Fuerza salón 309	798	0.6			479	1x20
3	Fuerza salón 305	399	0.6	239			1x20
4	Fuerza tablero auxiliar No. 5 en salón 307	1260	0.6	378		378	1x20
5	Fuerza salón 312	399	0.6			239	1x20
6	Fuerza salón 303	798	0.6	479			1x30
7	Fuerza salón 304	300	0.6			180	1x20
8	Fuerza salón 304	450	0.6	270			1x20
9	Fuerza salón 312	399	0.6			239	1x20
10	Fuerza salón 312	399	0.6	239			1x20
11	Fuerza salón 302	798	0.6			479	1x30
Tablero auxiliar No. 2							
1	Aire acondicionado	698	0.5	176		176	2x30
Tablero auxiliar No. 3							
1	Fuerza salón 302	300	0.6	180			1x20
2	Fuerza salón 302	399	0.6			239	1x20
Tablero auxiliar No. 4							
1	Hornos de microondas	1440	0.4	576			1x20
2	Maquina de offset	1300	0.5	325	325		2x30
3	Fuerza salón 308	399	0.6	239			1x20
4	Fuerza tablero auxiliar No.5 en salón 307	1197	0.6	359	359		2x20
Sumatorias de D.M.E.				3939	684	2409	

La sumatoria de la D.M.E. en cada una de las líneas del sistema eléctrico en el tablero principal y de los tableros auxiliares es: Línea uno = 10,997 VA, Línea dos = 5,273 VA, Línea tres = 8,018 VA, en las que se puede observar el una mala distribución de las cargas en este nivel.

7.1.2 Distribución propuesta de los circuitos eléctricos en el tablero principal del tercer nivel

En las siguientes tablas XXXIV y XXXV aparece la propuesta de redistribución de cargas en las líneas del sistema eléctrico, así como la sumatoria de la demanda máxima en el tablero principal del tercer nivel del edificio, para obtener un menor desbalance de cargas.

Tabla XXXIV. Redistribución de las cargas eléctricas en las líneas del sistema eléctrico del tablero principal en el tercer nivel del edificio

1	DESCRIPCION	C.I.	f.d.	D.M.E			Flipon
		TOTAL VA		Línea 1	Línea 2	Línea 3	
1	Iluminación pasillo	1320	0.5	660			1x20
2	Iluminación salón 306	1380	1		1380		1x20
3	Iluminación salón 305	960	1	360			1x20
4	Iluminación salón 304	960	1			360	1x20
5	Iluminación salón 303	960	1		360		1x20
6	Iluminación salón 302	1280	1	1280			1x20
7	Iluminación salón 301	960	1			360	1x20
8	Iluminación gradas	400	1		400		1x20
9	Iluminación pasillo	1360	0.5	680			1x20
10	Iluminación salón 307	960	1			360	1x20
11	Iluminación salón 308	1280	1	1280			1x20
12	Iluminación salón 309	960	1			360	1x20
13	Iluminación salón 311	960	1	360			1x20
14	Iluminación salón 310	960	1		360		1x20
15	Iluminación salón 312	1280	1			1280	1x20
16	Iluminación gradas	720	1		720		1x20
17	Fuerza salón 301	150	0.6			90	1x20
18	Fuerza salón 302	300	0.6	180			1x20
19	Fuerza salón 303	150	0.6		90		1x20
20	Fuerza salón 304	150	0.6			90	1x20
21	Fuerza salón 305	150	0.6	90			1x20
22	Fuerza salón 306	300	0.6		180		1x20
23	Fuerza salón 301 a306	900	0.6		540		1x20
24	Fuerza salón 301 a 306	900	0.6	540			1x20
25	Fuerza salón 312	300	0.6	180			1x20
26	Fuerza salón 310	150	0.6		90		1x40
27	Fuerza salón 311	150	0.6			90	1x20
28	Fuerza salón 309	150	0.6	90			1x20
29	Fuerza salón 308	300	0.6			180	1x20
30	Fuerza salón 307	150	0.6		90		1x20
31	Fuerza salón 307 a 312	900	0.6			540	1x20
32	Fuerza salón 307 a 312	1800	0.6			1080	1x20
33	Fuerza en tablero	500	0.4	100		100	2x40
34	Fuerza salón 301 y 302	1197	0.6		718		1x40
35	Fuerza tablero aux. No1	1596	0.4		319	319	2x40
36	Iluminación parqueo	2000	0.5		500	500	2x30
	Sumatorias de D.M.E.			5800	5747	5709	

Tabla XXXV. Redistribución de las cargas eléctricas en las líneas del sistema eléctrico de los tableros auxiliares en el tercer nivel del edificio

	DESCRIPCION	C.I.	f.d.	D.M.E			Flipon
		TOTAL VA		Línea 1	Línea 2	Línea 3	
Tablero auxiliar No. 1							
1	Fuerza revista Usac	798	0.6	479			1x30
2	Fuerza salón 309	798	0.6			479	1x20
3	Fuerza salón 305	399	0.6	239			1x20
4	Fuerza tablero auxiliar No. 5 en salón 307	1260	0.6	378		378	1x20
5	Fuerza salón 312	399	0.6			239	1x20
6	Fuerza salón 303	798	0.6	479			1x30
7	Fuerza salón 304	300	0.6			180	1x20
8	Fuerza salón 304	450	0.6	270			1x20
9	Fuerza salón 312	399	0.6			239	1x20
10	Fuerza salón 312	399	0.6	239			1x20
11	Fuerza salón 302	798	0.6			479	1x30
Tablero auxiliar No. 2							
1	Aire acondicionado	698	0.5		176	176	2x30
Tablero auxiliar No. 3							
1	Fuerza salón 302	300	0.6			180	1x20
2	Fuerza salón 302	399	0.6		239		1x20
Tablero auxiliar No. 4							
1	Hornos de microondas	1440	0.4		576		1x20
2	Maquina de offset	1300	0.5	325	325		2x30
3	Fuerza salón 308	399	0.6		239		1x20
4	Fuerza tablero auxiliar No.5 en salón 307	1197	0.6	359	359		2x20
Sumatorias de D.M.E.				2768	1914	2350	

La sumatoria de la D.M.E. en cada una de las líneas del sistema eléctrico en el tablero principal y de los tableros auxiliares con la redistribución de las cargas eléctricas es: Línea uno = 8568 VA, Línea dos = 7661 VA, Línea tres = 8059 VA, en la que se puede observar que el sistema están mejor distribuidas las cargas ya que no existe un gran diferencia entre cada línea, ya que casi nunca se puede obtener un balance exacto entre cada línea.

Básicamente la redistribución consiste en cambiar las cargas, no. 33 de la línea dos a la línea tres y la no. 34 de la línea uno a la línea dos, en el tablero principal; Cambiar la línea uno a la línea dos de alimentación del tablero auxiliar no. 2; Cambiar la línea uno a la línea dos de alimentación, cambiar la carga no. 1 a la línea tres y la carga no. 2 a la líneas dos del tablero auxiliar no. 3; Cambiar las cargas no. 1 y 3 de la línea uno a la línea dos del tablero auxiliar no. 4.

Según lo observado las posiciones de las líneas son: estando de frente al tablero principal de nivel, la línea uno esta a la izquierda, la línea tres al medio y la línea dos a la derecha.

La ubicación de los tableros auxiliares es: estando de frente al tablero principal de nivel, el tablero auxiliar no. 2 se encuentra al costado izquierdo del tablero principal de nivel; el tablero auxiliar no. 3 esta ubicado también al costado izquierdo del tablero principal, únicamente que esta un poco mas abajo del tablero no. 2; el tablero auxiliar no. 1 se encuentra al costado izquierdo del tablero no. 2; la ubicación del tablero auxiliar no.4 se encuentra al costado derecho del tablero principal de nivel.

7.2 Ubicación de las luminarias, tomacorrientes, interruptores, etc., en mal estado, en el edificio y propuesta de solución a estos problemas

Realizando una inspección en las instalaciones eléctricas y de iluminación en el edificio se encontraron que varios tubos fluorescentes de 40 W y de 1.22 m de longitud de las lámparas se encuentran dañados, así también varios tomacorrientes no se encuentran completos y en algunos casos no hay tomacorrientes en las armaduras de algunos salones, también algunos interruptores no se encuentran completos o se encuentran dañadas algunas de sus partes.

A continuación se hará un breve detalle y ubicación de los componentes que se encuentran en mal estado en cada nivel, así también los problemas que puedan existir en el sistema eléctrico:

Primer nivel:

- Iluminación de la entrada principal: Se encuentran 2 tubos fluorescentes con los datos descritos anteriormente.
- Gradas del lado oriente: se encuentra un 1 tubo fluorescente.
- Pasillo: se encuentran 8 tubos fluorescentes.
- Salón 101: se encuentran 4 tubos fluorescentes.
- Salón 103: se encuentran 2 tubos fluorescentes.
- Salón 104: se encuentran 3 tubos fluorescentes.
- Salón 106: se encuentran 5 tubos fluorescentes.
- Salón 107: se encuentra 1 tubo fluorescente.
- Salón 108: se encuentran 3 tubos fluorescentes.
- Bodega bajo gradas: instalar 1lámpara doble tubos fluorescentes.
- Salón 108: tomacorriente incompleto, del lado de pasillo.

Segundo nivel:

- Pasillo: se encuentran 4 tubos fluorescentes.
- Gradas del lado oriente: se encuentra 1 tubo fluorescente, y 1 interruptor incompleto.
- Gradas del lado poniente: se encuentra 1 tubo fluorescente.
- Salón 202: falta 1 tomacorriente.
- Salón 204: falta 1 tomacorriente.
- Salón 205: falta 1 tomacorriente; Se encuentra 4 tubos fluorescentes.
- Salón 206: faltan 2 tomacorrientes; Se encuentran 1 tubo fluorescente.

Tercer nivel:

- Pasillo: se encuentran 7 tubos fluorescentes.
- Salón 305: se encuentran 2 tubos fluorescentes.
- Salón 304: 2 tomacorrientes en mal estado.
- Salón 308: se encuentran 4 tubos fluorescentes, 3 tomacorrientes incompletos.
- Salón 309: se encuentran 5 tubos fluorescentes.
- Baños poniente: se encuentra 1 tubo fluorescente.
- Tablero principal: balancear las líneas de alimentación del sistema eléctrico de los tableros auxiliares.

La solución propuesta consiste en cambiar cada uno de los componentes dañados o incompletos descritos anteriormente.

En el área de parqueos del edificio se tiene una pobre iluminación y aunado ha eso, hay varios árboles sembrados en los camellones de división del parqueo, los cuales con su follaje impiden la iluminación de las lámparas, como puede observarse en las fotografías del anexo J.

7.3 Costo de mejoras e implementación de las instalaciones eléctricas del edificio y de la iluminación del área de parqueos

Las siguientes tablas muestra la cotización de los valores de los componentes eléctricos y la mano de obra necesarios para efectuar las mejoras de las instalaciones eléctricas, e implementación de la iluminación del parqueo, sistema de pararrayos, y el valor la mano de obra necesaria para realizar dichos trabajos.

Tabla XXXVI. Descripción de los costos de mejoras e implementación de las instalaciones eléctricas

Primer nivel			
Cantidad	Descripción	Precio c/u	Subtotal
30	tubos fluorescente 40W, L=1.22m	Q 7.00	Q 210.00
1	tomacorrientes polarizados	Q 12.00	Q 12.00
1	lámpara doble de tubos fluorescente	Q 117.90	Q 117.90
32	mano de obra por unidad	Q 7.00	Q 224.00
TOTAL			Q 563.90
Segundo nivel			
Cantidad	Descripción	Precio c/u	Subtotal
7	tubos fluorescente 40W, L=1.22m	Q 7.00	Q 49.00
5	tomacorrientes polarizados	Q 12.00	Q 60.00
2	interruptor doble	Q 12.00	Q 24.00
14	mano de obra por unidad	Q 7.00	Q 98.00
TOTAL			Q 231.00
Tercer nivel			
Cantidad	Descripción	Precio c/u	Subtotal
19	tubos fluorescente 40W, L=1.22m	Q 7.00	Q 133.00
5	tomacorrientes polarizados	Q 12.00	Q 60.00
24	mano de obra por unidad	Q 7.00	Q 168.00
4	cable número 6	Q 12.50	Q 50.00
1	cinta de aislar scotch 33	Q 17.61	Q 17.61
1	mano de obra por redistribución de cargas en las líneas eléctricas	Q 800.00	Q 800.00
TOTAL			Q 1,228.61

Tabla XXXVII. Descripción de los costos de mejoras e implementación de las instalaciones eléctricas

Parqueos			
Cantidad	Descripción	Precio c/u	Subtotal
16	Lámparas de mercurio 175W, 220V	Q 304.27	Q 4,868.32
10	Poste de concreto de 30 pies	Q 1,600.00	Q 16,000.00
16	brazos para las lámparas de 4 pies	Q 79.85	Q 1,277.60
16	rack para un aislador 53-2	Q 14.84	Q 237.44
16	aislador de carrete 3" de porcelana 53.2	Q 5.19	Q 83.04
250	cable triple # 2	Q 18.83	Q 4,707.50
16	colocación del poste de concreto	Q 400.00	Q 6,400.00
1	mano de obra	Q 10,072.17	Q 10,072.17
TOTAL			Q 43,646.07
Otros accesorios			
Cantidad	Descripción	Precio c/u	Subtotal
4	barra de cobre 5/8"X8	Q 50.40	Q 201.60
4	mordaza de 5/8"	Q 3.96	Q 15.84
200	cable desnudo # 2	Q 19.31	Q 3,862.00
4	bayonetas de	Q 65.00	Q 260.00
8	Tubo PVC eléctrico de ½ pulg.	Q 8.00	Q 64.00
1	mano de obra	Q 1,761.37	Q 1,761.37
TOTAL			Q 6,164.81
TOTAL DEL PROYECTO			Q 51,834.39

7.4 Cronograma de actividades para efectuar las mejoras e implementación de las instalaciones eléctricas, iluminación de parqueos y sistema de pararrayos

En la siguiente tabla se muestra el cronograma de actividades por día, para efectuar las mejoras en el edificio y en el parqueo, considerando para los trabajos de técnico eléctricos a tres personas y una empresa particular para la colocación de los postes.

Tabla XXXVIII. Cronograma propuesto por día de actividades, para efectuar las mejoras al sistema eléctrico e implementación del alumbrado del parqueo

No. de días	descripción de actividades
1	Cambio de tubos fluorescentes dañados, instalación de lámpara y cambio de tomacorrientes, del primer nivel.
1	Cambio de tubos fluorescentes dañados, cambio de tomacorrientes e interruptor, del segundo nivel.
2	Cambio de tubos fluorescentes dañados, cambio de tomacorrientes e interruptor, y redistribución de líneas del sistema eléctrico de las tableros auxiliares del tercer nivel.
5	Instalación del sistema de pararrayos.
5	Colocación de los postes en el parqueo.
6	Instalación de los brazos, lámparas y conexión eléctrica de las luminarias del parqueo.
20	Total de días

CONCLUSIONES

1. Este informe brinda la información sobre las condiciones en que se encuentran y como esta funcionando el sistema eléctrico del edificio S-11.
2. El análisis del sistema eléctrico muestra que está desbalanceado, por causa de las constantes modificaciones a las instalaciones eléctricas, pero este desbalance no pasa del permitido por la norma.
3. Los diseños desarrollados en este informe son aplicables a cualquier edificio, debiendo hacerse las correcciones y ajustes de acuerdo a las dimensiones y requerimientos del edificio.
4. Al comparar lo existente con los cálculos efectuados, se nota una diferencia, la cual radica en que, al realizar los cálculos se tomaron en cuenta un margen de holgura para que el sistema eléctrico se pueda modificar, sin que surjan problemas.

5. Incorporar el edificio S-11 como un gran consumidor al administrador del mercado mayorista, sería muy rentable para la Universidad de San Carlos de Guatemala, ya que podría comprar la energía consumida en el edificio más barata, pero no cumple con los requerimientos exigidos.

RECOMENDACIONES

1. Según el análisis de la medición e inspección visual del sistema eléctrico en el tercer nivel del edificio, existe una mala distribución de las cargas eléctricas. Por tanto se recomienda hacer una distribución equitativa de las cargas eléctricas en las tres líneas del sistema.
2. Mejorar la iluminación del parqueo según las siguientes indicaciones:
 - Talar los árboles que con su follaje cubren las lámparas del parqueo e impiden que la luz llegué a las áreas que deben ser iluminadas.
 - Instalar más lámparas en el parqueo.
3. Cambiar, total o parcialmente, las lámparas y tomacorrientes en mal estado que se encuentra en el edificio, ubicados en diferentes partes como puede observarse en el inciso 7.2 del capítulo 7.
4. Tomar en cuenta el balance de cargas cuando se quiera hacer una modificación, expansión o agregar un circuito eléctrico, en cualquiera de los tableros del edificio.

BIBLIOGRAFÍA

1. “Cálculos de proyecto de Iluminación”. **Boletín de ingeniería comercial 2-80** México: Preparado por el Departamento de Ingeniería Comercial. **GTE** Sylvania. 2-13 pp.
2. Edminister. Joseph A., **Circuitos eléctricos**, Primera edición en español. México: Editorial McGraw-Hill/Interamericana de México. 1996. 2 pp. 68-71 pp.
3. Martín. José Raúl, **Diseño de subestaciones eléctricas**. Primera edición en español. México: Editorial McGraw-Hill/Interamericana de México. 1992. 193-1195 pp. 270-273 pp.
4. “Lámparas de vapor de mercurio”. **Boletín de información técnica No. 0-346** México: Preparado por el Departamento de Ingeniería Comercial Sylvania. 4-5 pp.
5. “Lámparas incandescentes”. **Boletín de información técnica No. 0-324** México: Preparado por el Departamento de Ingeniería Comercial Sylvania. 3 pp.
6. “Lámparas fluorescentes”. **Boletín de información técnica No. 0-341** México: Preparado por el Departamento de Ingeniería Comercial Sylvania. 3 pp.
7. “**Manual del alumbrado**”. Westinghouse España: Limusa Noriega Editores 4ta. Edición. impreso en España. 1998. 187-188 pp. 213-217 pp.
8. Serbán. Neagu B., y Littlewood. Eduardo C., **Instalaciones eléctricas**, Conceptos básicos y diseño. 2da. Edición, México: Ediciones Alfaomega 1992. 26-30 pp., 170-171 pp., 194-198 pp.

9. **“Normas Técnicas del Servicio de Distribución” –NTSD-**
Resolución de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica. (CNEE) No. No. 09-99 Título V, capítulos I y III, Artículos 41, 49 y 50.
10. Página de Internet: www.AMM.org.gt. fecha de consulta: Diciembre de 2005.
11. Página de Internet: www.paginadigital.com.ar/articulos/2002rest
fecha de consulta diciembre de 2005.
12. Dorf. Richard C., **Circuitos eléctricos, Introducción al análisis y diseño.** Segunda edición, Mexico: Alfaomega grupo editorial. 1995. 18-19 pp. 653 pp.
13. Stevenson. William D. JR., **Sistemas eléctricos de potencia.** Segunda Edición, Colombia: Editorial McGraw-Hill Latinoamericana. 1979. 108-109 pp.
14. Tesis del Ingeniero Mecánico Eléctrico, Méndez Celis. Luís Alfonso, **Guía para el diseño de instalaciones eléctricas.** Facultad de Ingeniería, 1992. USAC. 92 pp.

APÉNDICE

Tabla XXXIX. Muestra de la corriente eléctrica en cada una de las líneas

Hora de la Medida	L1	L2	L3	L Neutral
02:25 p.m.	109.7	64.8	83.5	58.5
02:35 p.m.	114.6	70	83.5	61.3
02:45 p.m.	118.6	78.1	87.2	59.4
02:55 p.m.	110.7	82.9	85.2	55.7
03:05 p.m.	108.1	89.3	92.2	52.9
03:15 p.m.	107.6	88.8	84.7	53.6
03:25 p.m.	103.9	83.5	85	51.1
03:35 p.m.	101.9	73.8	86.2	51
03:45 p.m.	89.6	75.4	93.4	46.2
03:55 p.m.	82.8	72.4	90.5	43.5
04:05 p.m.	78.2	62.8	86.2	41.4
04:15 p.m.	75.9	60.5	74.9	38.3
04:25 p.m.	74.5	50.7	72.4	38.4
04:35 p.m.	76.4	49.4	75.1	39
04:45 p.m.	70.2	58.2	60.6	33.6
04:55 p.m.	75.1	67.2	66.1	36
05:05 p.m.	91.8	68.9	69	44.2
05:15 p.m.	110.8	66.4	86.1	56
05:25 p.m.	117.3	68	94.4	54.4
05:35 p.m.	113.2	67	95.2	49.5
05:45 p.m.	113.3	63.8	101.4	45.9
05:55 p.m.	115.3	64.7	110.3	41.3
06:05 p.m.	117.3	64.8	110.8	42.9
06:15 p.m.	128.3	67.3	109.4	51
06:25 p.m.	132	73.7	116.7	51.5
06:35 p.m.	126.7	74.2	114.9	48.2
06:45 p.m.	135.4	70.3	119.2	55.5
06:55 p.m.	135.1	71.9	117.1	54.9
07:05 p.m.	134.5	73.8	117.3	52
07:15 p.m.	126.3	73.4	116.6	47.7
07:25 p.m.	127.4	73.9	118.3	47.9
07:35 p.m.	123.3	73.3	113.2	47
07:45 p.m.	121.9	69.9	107.4	48.2
07:55 p.m.	118.3	74.8	104.5	46
08:05 p.m.	102.1	63.5	98.6	37
08:15 p.m.	98.4	46.8	89	37.7
08:25 p.m.	95.2	37.4	81.8	38.7
08:35 p.m.	74	23.3	75.7	36.4
08:45 p.m.	71.2	18.2	66.5	39.5
08:55 p.m.	67.1	18.3	61.6	35.3
09:05 p.m.	64.6	19.3	61.2	31.3
09:15 p.m.	45.8	14	61.1	41.3
09:25 p.m.	40.5	14.8	58.8	41.2
09:35 p.m.	40.8	13.9	54.3	38.7
09:45 p.m.	42.1	13.6	53.4	40
09:55 p.m.	39.8	15	53.5	38.7
10:05 p.m.	40.5	16	53.2	36.7
10:15 p.m.	34.4	14.2	46.9	30.6
10:25 p.m.	32.7	12.6	46.4	31.1
10:35 p.m.	32.5	14.8	45.8	30.9
10:45 p.m.	30.6	14.7	44.4	28.3
10:55 p.m.	33.6	13.5	44.9	29.2
11:05 p.m.	32.3	15	45.3	28.2
11:15 p.m.	31.8	15.6	45.3	28.7
11:25 p.m.	32.4	15.5	29.9	20.1
11:35 p.m.	31.1	13.9	17.6	19.3
11:45 p.m.	31.3	14.4	16.5	18.4
11:55 p.m.	29.5	12.6	16.9	17.6
12:05 a.m.	30.9	14	17.9	18.2
12:15 a.m.	31.6	15.4	16.6	19.5
12:25 a.m.	30.8	12.2	16.5	18.9
12:35 a.m.	31.5	15	17.2	18.7

Hora de la Medida	L1	L2	L3	L Neutral
12:45 a.m.	31.7	16.4	16.5	18.3
12:55 a.m.	30.3	14.2	17.3	17.9
01:05 a.m.	30.6	13.4	16.5	19
01:15 a.m.	29.3	14	16.5	18.1
01:25 a.m.	31	14.2	16.7	18.4
01:35 a.m.	32.6	14.1	17.1	19.8
01:45 a.m.	33.3	14.5	18.5	18.8
01:55 a.m.	29.3	14.6	16.5	17.8
02:05 a.m.	29.3	14.1	16.6	17.3
02:15 a.m.	30.6	14.6	16.6	18.5
02:25 a.m.	31	15.5	16.4	19.3
02:35 a.m.	29.3	13.4	16.9	17.4
02:45 a.m.	31.6	13.7	17.9	19.2
02:55 a.m.	34.7	14.8	16.5	20.9
03:05 a.m.	30.5	13.8	16.9	18.4
03:15 a.m.	29.3	14.7	17.3	17.5
03:25 a.m.	29.3	15.6	16.8	17.3
03:35 a.m.	29.5	14.7	17.3	17.4
03:45 a.m.	32.7	13.9	16.6	20
03:55 a.m.	33.3	14.6	17.3	19.9
04:05 a.m.	34.2	14.7	16.4	21.4
04:15 a.m.	31.8	12.3	16.5	19.7
04:25 a.m.	30.8	15.4	17.1	19
04:35 a.m.	29.3	14.1	16.9	17.8
04:45 a.m.	29.3	14.4	17	17
04:55 a.m.	30.3	15.8	18.1	17.2
05:05 a.m.	34.5	14	23.3	18.1
05:15 a.m.	33.8	14.4	29.3	15.4
05:25 a.m.	32.2	12.8	17.7	19.2
05:35 a.m.	32.4	15.3	16.4	19.9
05:45 a.m.	27.6	14	13.7	19.2
05:55 a.m.	23.3	13.1	11	18.2
06:05 a.m.	26.4	16.3	11.8	19.2
06:15 a.m.	26.6	14.5	10.6	20.1
06:25 a.m.	26.9	13.3	17.8	18.3
06:35 a.m.	34.1	19.7	30.3	22
06:45 a.m.	40.1	35.3	36.7	22.5
06:55 a.m.	47.4	35.8	40.6	26.2
07:05 a.m.	50.6	38.1	41.5	28
07:15 a.m.	54.3	40.4	47.6	29.6
07:25 a.m.	61.1	42.7	59.9	32.7
07:35 a.m.	67.6	55.3	70.5	32.3
07:45 a.m.	69.1	60.8	62.9	34
07:55 a.m.	71.3	56.5	60.2	36.7
08:05 a.m.	80.3	57.6	68.1	41.4
08:15 a.m.	79.6	60.9	79.1	42.5
08:25 a.m.	84.3	61.9	74.9	44.4
08:35 a.m.	86	61.1	68	44.3
08:45 a.m.	82.3	57.2	68.6	41.9
08:55 a.m.	83	53.5	69.2	43.3
09:05 a.m.	88.8	54.9	66.1	47.4
09:15 a.m.	82.7	58.5	69.1	43
09:25 a.m.	80.5	55	77.7	44.5
09:35 a.m.	80.6	55.9	81.9	44.5
09:45 a.m.	85.4	60.7	81.9	45.8
09:55 a.m.	90.6	65.3	83.7	46.4
10:05 a.m.	91.2	62.5	81.1	47.2
10:15 a.m.	95.6	61	80.3	50.1
10:25 a.m.	94.2	56	82.8	51.1
10:35 a.m.	98.5	57.5	74.6	53.2
10:45 a.m.	97.2	58.4	71.9	51.9
10:55 a.m.	96.2	55.1	69.3	53.8

Tabla XL. Muestra del voltaje en cada una de las líneas y entre ellas

Hora de la Medida	U1	U2	U3	V1	V2	V3
02:25 p.m.	202	205.1	203	116.7	118	118
02:35 p.m.	202.2	205.1	203.3	116.6	118.1	118.2
02:45 p.m.	202.3	205.3	203.5	116.8	118	118.4
02:55 p.m.	202.7	205.4	203.8	117.1	117.9	118.6
03:05 p.m.	202.6	204.9	203.4	117.2	117.7	118.3
03:15 p.m.	202.1	204.4	203	116.8	117.3	118.1
03:25 p.m.	202.3	204.6	203.2	117	117.5	118.1
03:35 p.m.	202.9	205.3	203.6	117.3	118	118.3
03:45 p.m.	203.3	205.4	203.8	117.8	117.9	118.3
03:55 p.m.	203.8	206	204.3	118.2	118	118.7
04:05 p.m.	204	206.2	204.3	118.2	118.3	118.6
04:15 p.m.	204.1	206.3	204.7	118.3	118.2	118.9
04:25 p.m.	203.9	206.4	204.6	118.2	118.4	118.7
04:35 p.m.	204	206.6	204.8	118.3	118.5	118.8
04:45 p.m.	204.3	206.5	205.3	118.4	118.3	119.3
04:55 p.m.	204.5	206.8	205.5	118.5	118.4	119.6
05:05 p.m.	204.6	207.1	205.8	118.2	118.8	119.8
05:15 p.m.	204.1	206.6	204.6	117.3	119.1	119.1
05:25 p.m.	204	206.6	204.2	117.2	119.1	119
05:35 p.m.	203.5	206	203.6	116.9	118.7	118.7
05:45 p.m.	203.3	206.1	203.2	116.7	118.6	118.6
05:55 p.m.	202.2	205.1	201.8	116.1	118.1	117.8
06:05 p.m.	201.2	204	200.8	115.5	117.5	117.1
06:15 p.m.	203	205	202.8	117	118.2	117.7
06:25 p.m.	203.5	205.3	203.3	117.3	118.4	117.9
06:35 p.m.	204.1	205.8	203.9	117.7	118.7	118.3
06:45 p.m.	204.7	206.6	204.4	117.9	119.3	118.5
06:55 p.m.	205.6	207.3	205.2	118.4	119.7	119
07:05 p.m.	206.4	207.9	205.9	118.9	120	119.4
07:15 p.m.	206.4	207.4	205.5	118.9	119.8	119.2
07:25 p.m.	206.7	207.7	205.8	119.1	120	119.2
07:35 p.m.	207.6	208.5	206.6	119.7	120.4	119.7
07:45 p.m.	208.3	209.3	207.5	120.1	120.9	120.1
07:55 p.m.	209.1	209.7	208.3	120.5	121.1	120.8
08:05 p.m.	209	209.5	208.1	120.6	120.9	120.4
08:15 p.m.	210	210.8	209.2	121.1	121.8	121
08:25 p.m.	208.6	209.5	207.8	120.3	121.1	120.2
08:35 p.m.	207.3	208	206.5	119.9	120.2	118.9
08:45 p.m.	207.4	208.2	207	119.9	120.4	119.2
08:55 p.m.	208.3	208.9	207.8	120.4	120.8	119.7
09:05 p.m.	208.8	209.3	208.3	120.8	121	120
09:15 p.m.	210.4	210.4	209.7	122.1	121.7	120.3
09:25 p.m.	211	210.9	210.4	122.6	122	120.6
09:35 p.m.	211	210.9	210.5	122.5	122	120.7
09:45 p.m.	211.5	211.5	211.2	122.8	122.4	121.1
09:55 p.m.	211.7	211.5	211.3	123	122.4	121
10:05 p.m.	211.7	211.7	211.4	123	122.5	121.1
10:15 p.m.	211.8	211.5	211.3	122.9	122.4	121.2
10:25 p.m.	211.9	211.5	211.4	122.9	122.4	121.3
10:35 p.m.	212.3	211.8	211.8	123.1	122.5	121.5
10:45 p.m.	213.2	212.7	212.6	123.7	123	121.9
10:55 p.m.	213.3	213.4	212.6	123.4	123.5	122.3
11:05 p.m.	212.5	213.3	211.7	122.5	123.4	122.2
11:15 p.m.	212.7	213.3	211.9	122.6	123.4	122.2
11:25 p.m.	210.7	211.8	210.4	121.5	122.1	121.9
11:35 p.m.	210.7	211.9	210.6	121.3	122	122.2
11:45 p.m.	209.6	211	209.6	120.8	121.4	121.7
11:55 p.m.	210	211.4	209.8	120.9	121.8	121.8
12:05 a.m.	210.1	211.4	209.9	120.9	121.8	121.8
12:15 a.m.	210.3	211.6	210.1	121.1	121.8	122
12:25 a.m.	210.5	211.9	210.3	121.2	122.1	122

Hora de la Medida	U1	U2	U3	V1	V2	V3
12:35 a.m.	210.7	212.1	210.5	121.3	122.1	122.2
12:45 a.m.	210.9	212.3	210.8	121.5	122.2	122.3
12:55 a.m.	210.6	212	210.4	121.3	122.1	122
01:05 a.m.	211.2	212.6	211	121.6	122.5	122.4
01:15 a.m.	211.5	212.9	211.2	121.8	122.6	122.6
01:25 a.m.	211.2	212.6	210.9	121.6	122.4	122.4
01:35 a.m.	211	212.4	210.7	121.5	122.3	122.3
01:45 a.m.	211	212.5	210.7	121.5	122.4	122.3
01:55 a.m.	211.2	212.5	210.9	121.7	122.3	122.4
02:05 a.m.	211.5	212.8	211.2	121.9	122.5	122.5
02:15 a.m.	212	213.3	211.7	122.1	122.8	122.8
02:25 a.m.	212	213.4	211.7	122.2	122.8	122.9
02:35 a.m.	212.2	213.5	211.8	122.3	122.9	122.8
02:45 a.m.	212.2	213.4	211.7	122.2	122.9	122.8
02:55 a.m.	212.1	213.6	211.8	122.2	123	122.9
03:05 a.m.	212.5	213.8	212.1	122.4	123.2	123
03:15 a.m.	213	214.2	212.6	122.7	123.4	123.3
03:25 a.m.	213.5	214.7	213.2	123	123.7	123.6
03:35 a.m.	213.6	214.9	213.2	123	123.8	123.7
03:45 a.m.	213.5	214.8	213.1	122.9	123.8	123.7
03:55 a.m.	213.3	214.6	212.8	122.7	123.6	123.5
04:05 a.m.	212.8	214.1	212.4	122.5	123.3	123.3
04:15 a.m.	212.7	213.9	212.2	122.4	123.2	123.2
04:25 a.m.	212.9	214.2	212.5	122.6	123.3	123.3
04:35 a.m.	212.6	213.9	212.2	122.5	123.1	123.1
04:45 a.m.	212.3	213.6	212	122.4	123	122.9
04:55 a.m.	212.4	213.6	212	122.4	123	122.9
05:05 a.m.	211.8	213.2	211.4	122	122.8	122.6
05:15 a.m.	211.2	212.4	210.5	121.7	122.4	122.1
05:25 a.m.	210.9	212.2	210.5	121.4	122.2	122.2
05:35 a.m.	211.1	212.6	211	121.5	122.5	122.4
05:45 a.m.	211.4	212.6	211.2	121.7	122.6	122.5
05:55 a.m.	212.7	213.5	212.6	122.4	123.2	123.2
06:05 a.m.	211.8	212.8	211.9	122	122.8	122.7
06:15 a.m.	210.9	212	211	121.5	122.4	122.1
06:25 a.m.	210.5	211.8	210.6	121.4	122.2	121.8
06:35 a.m.	209.9	211.2	210.1	121.2	121.9	121.4
06:45 a.m.	208.7	209.8	208.7	120.4	120.9	120.9
06:55 a.m.	210	211.2	209.9	121	121.8	121.6
07:05 a.m.	208.6	210	208.7	120.2	121.1	121
07:15 a.m.	207.9	209.3	208	119.8	120.6	120.6
07:25 a.m.	207.9	209.5	207.9	120	120.7	120.4
07:35 a.m.	207.1	208.6	207	119.6	120.1	120
07:45 a.m.	207.4	209.1	207.9	119.8	120.3	120.6
07:55 a.m.	207.2	209	207.5	119.5	120.3	120.5
08:05 a.m.	206.1	208.1	206.5	119	119.8	119.8
08:15 a.m.	205.2	207.2	205.5	118.7	119.2	119.1
08:25 a.m.	204.3	206.5	204.9	118.2	118.7	118.9
08:35 a.m.	204.6	207.1	205.4	118.1	119.1	119.3
08:45 a.m.	205.2	207.6	205.8	118.6	119.4	119.5
08:55 a.m.	205.1	207.5	205.6	118.4	119.4	119.4
09:05 a.m.	204.5	207.1	205.4	118.1	119.1	119.3
09:15 a.m.	204.3	206.8	204.9	118	118.8	119
09:25 a.m.	204	206.5	204.4	117.9	118.7	118.6
09:35 a.m.	204.2	206.5	204.4	118.1	118.7	118.6
09:45 a.m.	203.1	205.6	203.7	117.5	118.2	118.2
09:55 a.m.	203.3	206	204	117.5	118.4	118.5
10:05 a.m.	203.5	206.2	204.2	117.5	118.5	118.7
10:15 a.m.	202.6	205.3	203.4	117.1	118	118.1
10:25 a.m.	202	204.8	202.8	116.7	117.8	117.7
10:35 a.m.	201.6	204.5	202.6	116.3	117.7	117.7

Tabla XLI. Muestra de la potencia real en cada una de las líneas

Hora de la Medida	W1 (W)	W2(W)	W3(W)	Suma W
02:25 p.m.	12514	7344	9385	29243
02:35 p.m.	13085	7968	9412	30465
02:45 p.m.	13562	8946	9872	32380
02:55 p.m.	12656	9492	9620	31770
03:05 p.m.	12371	10232	10488	33090
03:15 p.m.	12281	10151	9559	31991
03:25 p.m.	11885	9567	9587	31040
03:35 p.m.	11687	8483	9738	29908
03:45 p.m.	10286	8666	10564	29516
03:55 p.m.	9505	8250	10285	28039
04:05 p.m.	8975	7199	9805	25979
04:15 p.m.	8752	6929	8520	24201
04:25 p.m.	8557	5770	8207	22534
04:35 p.m.	8801	5628	8562	22991
04:45 p.m.	8087	6677	6893	21657
04:55 p.m.	8670	7716	7566	23952
05:05 p.m.	10646	7978	7880	26504
05:15 p.m.	12211	7686	9672	29568
05:25 p.m.	12763	7859	10705	31326
05:35 p.m.	12179	7721	10796	30697
05:45 p.m.	12006	7359	11601	30967
05:55 p.m.	12098	7393	12628	32120
06:05 p.m.	12307	7411	12613	32331
06:15 p.m.	13786	7753	12526	34064
06:25 p.m.	14362	8525	13400	36286
06:35 p.m.	13745	8599	13220	35565
06:45 p.m.	14848	8162	13755	36765
06:55 p.m.	14811	8375	13562	36748
07:05 p.m.	14680	8617	13616	36914
07:15 p.m.	13719	8556	13498	35773
07:25 p.m.	13852	8607	13696	36154
07:35 p.m.	13453	8572	13164	35189
07:45 p.m.	13344	8202	12511	34057
07:55 p.m.	12867	8802	12209	33878
08:05 p.m.	10758	7414	11467	29640
08:15 p.m.	10206	5420	10333	25959
08:25 p.m.	9650	4241	9418	23309
08:35 p.m.	7526	2255	8613	18394
08:45 p.m.	7307	1671	7487	16464
08:55 p.m.	6721	1747	6888	15355
09:05 p.m.	6335	1800	6854	14988
09:15 p.m.	4997	1399	6874	13269
09:25 p.m.	4613	1518	6625	12757
09:35 p.m.	4600	1368	6043	12011
09:45 p.m.	4819	1335	5919	12072
09:55 p.m.	4573	1524	5932	12028
10:05 p.m.	4593	1581	5904	12078
10:15 p.m.	3612	1431	4924	9968
10:25 p.m.	3361	1251	4776	9389
10:35 p.m.	3455	1487	4694	9636
10:45 p.m.	3189	1521	4585	9295
10:55 p.m.	3414	1322	4628	9364
11:05 p.m.	3289	1563	4685	9537
11:15 p.m.	3270	1498	4686	9453
11:25 p.m.	3376	1549	3235	8161
11:35 p.m.	3263	1441	1853	6557
11:45 p.m.	3279	1395	1711	6385
11:55 p.m.	3090	1235	1777	6101
12:05 a.m.	3236	1412	1919	6567
12:15 a.m.	3258	1554	1732	6544
12:25 a.m.	3199	1200	1713	6112
12:35 a.m.	3264	1484	1809	6557

Hora de la Medida	W1 (W)	W2(W)	W3(W)	Suma W
12:45 a.m.	3384	1610	1720	6714
12:55 a.m.	3160	1410	1828	6399
01:05 a.m.	3190	1355	1719	6264
01:15 a.m.	3084	1411	1709	6203
01:25 a.m.	3259	1394	1748	6400
01:35 a.m.	3348	1434	1817	6599
01:45 a.m.	3481	1451	1997	6929
01:55 a.m.	3079	1455	1720	6256
02:05 a.m.	3081	1355	1729	6165
02:15 a.m.	3241	1469	1735	6444
02:25 a.m.	3231	1571	1708	6510
02:35 a.m.	3085	1306	1775	6167
02:45 a.m.	3267	1419	1922	6608
02:55 a.m.	3614	1450	1717	6781
03:05 a.m.	3210	1389	1794	6392
03:15 a.m.	3085	1482	1852	6419
03:25 a.m.	3090	1524	1783	6398
03:35 a.m.	3103	1463	1845	6411
03:45 a.m.	3414	1400	1748	6561
03:55 a.m.	3487	1473	1854	6814
04:05 a.m.	3473	1468	1714	6656
04:15 a.m.	3278	1219	1726	6224
04:25 a.m.	3255	1574	1821	6650
04:35 a.m.	3081	1411	1780	6273
04:45 a.m.	3079	1385	1800	6265
04:55 a.m.	3195	1571	1959	6725
05:05 a.m.	3554	1400	2607	7560
05:15 a.m.	3474	1465	3399	8338
05:25 a.m.	3294	1267	1875	6435
05:35 a.m.	3305	1522	1707	6534
05:45 a.m.	2868	1402	1303	5573
05:55 a.m.	2550	1274	833	4658
06:05 a.m.	3020	1677	978	5675
06:15 a.m.	3035	1376	693	5104
06:25 a.m.	3052	1287	1803	6141
06:35 a.m.	3977	2254	3388	9619
06:45 a.m.	4677	4171	4176	13024
06:55 a.m.	5548	4272	4703	14523
07:05 a.m.	5914	4497	4798	15210
07:15 a.m.	6347	4739	5500	16586
07:25 a.m.	7161	5006	6951	19118
07:35 a.m.	7882	6517	8195	22594
07:45 a.m.	8077	7197	7273	22547
07:55 a.m.	8297	6653	6934	21884
08:05 a.m.	9309	6709	7864	23883
08:15 a.m.	9177	6995	9089	25263
08:25 a.m.	9675	7019	8552	25247
08:35 a.m.	9822	7012	7782	24615
08:45 a.m.	9484	6555	7871	23910
08:55 a.m.	9569	6146	7934	23649
09:05 a.m.	10228	6279	7529	24036
09:15 a.m.	9455	6688	7871	24014
09:25 a.m.	9181	6270	8844	24295
09:35 a.m.	9201	6373	9322	24896
09:45 a.m.	9704	6909	9280	25893
09:55 a.m.	10352	7458	9505	27315
10:05 a.m.	10416	7113	9241	26771
10:15 a.m.	10890	6935	9109	26935
10:25 a.m.	10706	6327	9397	26430
10:35 a.m.	11164	6526	8441	26132
10:45 a.m.	11070	6658	8123	25850
10:55 a.m.	11075	6263	7829	25167

Tabla XLII. Muestra del factor de potencia en cada una de las líneas

Hora de la Medida	Fp1	Fp2	Fp3
02:25 p.m.	0.977	0.959	0.951
02:35 p.m.	0.978	0.962	0.952
02:45 p.m.	0.978	0.969	0.955
02:55 p.m.	0.975	0.969	0.951
03:05 p.m.	0.975	0.972	0.96
03:15 p.m.	0.976	0.972	0.954
03:25 p.m.	0.976	0.974	0.953
03:35 p.m.	0.977	0.973	0.954
03:45 p.m.	0.973	0.973	0.955
03:55 p.m.	0.97	0.965	0.956
04:05 p.m.	0.969	0.966	0.957
04:15 p.m.	0.973	0.966	0.955
04:25 p.m.	0.97	0.958	0.953
04:35 p.m.	0.972	0.958	0.958
04:45 p.m.	0.972	0.967	0.952
04:55 p.m.	0.973	0.968	0.956
05:05 p.m.	0.979	0.973	0.952
05:15 p.m.	0.94	0.97	0.942
05:25 p.m.	0.927	0.969	0.951
05:35 p.m.	0.918	0.969	0.954
05:45 p.m.	0.906	0.97	0.963
05:55 p.m.	0.903	0.967	0.971
06:05 p.m.	0.908	0.971	0.971
06:15 p.m.	0.917	0.973	0.971
06:25 p.m.	0.926	0.975	0.972
06:35 p.m.	0.92	0.974	0.971
06:45 p.m.	0.928	0.972	0.972
06:55 p.m.	0.924	0.972	0.972
07:05 p.m.	0.916	0.971	0.971
07:15 p.m.	0.912	0.971	0.97
07:25 p.m.	0.912	0.968	0.97
07:35 p.m.	0.911	0.969	0.97
07:45 p.m.	0.91	0.968	0.968
07:55 p.m.	0.901	0.969	0.966
08:05 p.m.	0.872	0.963	0.964
08:15 p.m.	0.855	0.948	0.959
08:25 p.m.	0.841	0.931	0.956
08:35 p.m.	0.848	0.796	0.955
08:45 p.m.	0.854	0.76	0.942
08:55 p.m.	0.83	0.786	0.933
09:05 p.m.	0.81	0.766	0.932
09:15 p.m.	0.9	0.82	0.934
09:25 p.m.	0.927	0.825	0.931
09:35 p.m.	0.919	0.804	0.92
09:45 p.m.	0.93	0.8	0.914
09:55 p.m.	0.931	0.823	0.914
10:05 p.m.	0.92	0.802	0.915
10:15 p.m.	0.851	0.816	0.863
10:25 p.m.	0.834	0.806	0.847
10:35 p.m.	0.861	0.814	0.842
10:45 p.m.	0.841	0.833	0.844
10:55 p.m.	0.822	0.792	0.84
11:05 p.m.	0.831	0.836	0.844
11:15 p.m.	0.836	0.776	0.845
11:25 p.m.	0.855	0.81	0.894
11:35 p.m.	0.861	0.835	0.856
11:45 p.m.	0.865	0.795	0.847
11:55 p.m.	0.863	0.803	0.858
12:05 a.m.	0.864	0.821	0.874
12:15 a.m.	0.85	0.819	0.85
12:25 a.m.	0.855	0.804	0.846
12:35 a.m.	0.851	0.804	0.855

Hora de la Medida	Fp1	Fp2	Fp3
12:45 a.m.	0.875	0.796	0.847
12:55 a.m.	0.858	0.81	0.859
01:05 a.m.	0.855	0.818	0.847
01:15 a.m.	0.86	0.815	0.844
01:25 a.m.	0.861	0.799	0.852
01:35 a.m.	0.843	0.825	0.865
01:45 a.m.	0.856	0.813	0.88
01:55 a.m.	0.861	0.806	0.847
02:05 a.m.	0.86	0.781	0.848
02:15 a.m.	0.864	0.81	0.848
02:25 a.m.	0.851	0.818	0.843
02:35 a.m.	0.858	0.789	0.853
02:45 a.m.	0.846	0.827	0.868
02:55 a.m.	0.848	0.792	0.845
03:05 a.m.	0.858	0.812	0.859
03:15 a.m.	0.856	0.808	0.868
03:25 a.m.	0.854	0.786	0.855
03:35 a.m.	0.854	0.797	0.857
03:45 a.m.	0.848	0.806	0.849
03:55 a.m.	0.849	0.809	0.861
04:05 a.m.	0.826	0.803	0.844
04:15 a.m.	0.839	0.799	0.846
04:25 a.m.	0.859	0.816	0.857
04:35 a.m.	0.857	0.809	0.853
04:45 a.m.	0.857	0.78	0.861
04:55 a.m.	0.858	0.803	0.878
05:05 a.m.	0.842	0.806	0.898
05:15 a.m.	0.843	0.824	0.947
05:25 a.m.	0.84	0.806	0.862
05:35 a.m.	0.837	0.807	0.846
05:45 a.m.	0.853	0.81	0.775
05:55 a.m.	0.89	0.786	0.608
06:05 a.m.	0.936	0.824	0.663
06:15 a.m.	0.935	0.774	0.532
06:25 a.m.	0.932	0.788	0.825
06:35 a.m.	0.961	0.927	0.915
06:45 a.m.	0.967	0.976	0.937
06:55 a.m.	0.966	0.978	0.951
07:05 a.m.	0.971	0.974	0.952
07:15 a.m.	0.973	0.971	0.955
07:25 a.m.	0.975	0.969	0.962
07:35 a.m.	0.974	0.98	0.967
07:45 a.m.	0.974	0.982	0.957
07:55 a.m.	0.973	0.977	0.954
08:05 a.m.	0.973	0.971	0.962
08:15 a.m.	0.971	0.963	0.963
08:25 a.m.	0.97	0.955	0.958
08:35 a.m.	0.966	0.962	0.957
08:45 a.m.	0.97	0.958	0.959
08:55 a.m.	0.973	0.959	0.959
09:05 a.m.	0.974	0.958	0.954
09:15 a.m.	0.967	0.961	0.955
09:25 a.m.	0.965	0.958	0.958
09:35 a.m.	0.966	0.958	0.959
09:45 a.m.	0.966	0.961	0.957
09:55 a.m.	0.97	0.963	0.957
10:05 a.m.	0.97	0.958	0.958
10:15 a.m.	0.971	0.961	0.959
10:25 a.m.	0.972	0.957	0.963
10:35 a.m.	0.973	0.962	0.96
10:45 a.m.	0.972	0.966	0.957
10:55 a.m.	0.973	0.961	0.955

Tabla XLIII. Muestra del índice de regulación de tensión en cada una de las líneas

Hora de la Medida	Índice de regulación de tensión (%)						desbalance
	L1-L2	L2-L3	L2-L3	L1	L2	L3	
02:25 p.m.	2.88%	1.39%	2.40%	2.75%	1.67%	1.67%	1.11%
02:35 p.m.	2.79%	1.39%	2.26%	2.83%	1.58%	1.50%	1.36%
02:45 p.m.	2.74%	1.30%	2.16%	2.67%	1.67%	1.33%	1.36%
02:55 p.m.	2.55%	1.25%	2.02%	2.42%	1.75%	1.17%	1.27%
03:05 p.m.	2.60%	1.49%	2.21%	2.33%	1.92%	1.42%	0.93%
03:15 p.m.	2.84%	1.73%	2.40%	2.67%	2.25%	1.58%	1.11%
03:25 p.m.	2.74%	1.63%	2.31%	2.50%	2.08%	1.58%	0.94%
03:35 p.m.	2.45%	1.30%	2.12%	2.25%	1.67%	1.42%	0.85%
03:45 p.m.	2.26%	1.25%	2.02%	1.83%	1.75%	1.42%	0.42%
03:55 p.m.	2.02%	0.96%	1.78%	1.50%	1.67%	1.08%	0.59%
04:05 p.m.	1.92%	0.87%	1.78%	1.50%	1.42%	1.17%	0.34%
04:15 p.m.	1.88%	0.82%	1.59%	1.42%	1.50%	0.92%	0.59%
04:25 p.m.	1.97%	0.77%	1.63%	1.50%	1.33%	1.08%	0.42%
04:35 p.m.	1.92%	0.67%	1.54%	1.42%	1.25%	1.00%	0.42%
04:45 p.m.	1.78%	0.72%	1.30%	1.33%	1.42%	0.58%	0.84%
04:55 p.m.	1.68%	0.58%	1.20%	1.25%	1.33%	0.33%	1.01%
05:05 p.m.	1.63%	0.43%	1.06%	1.50%	1.00%	0.17%	1.35%
05:15 p.m.	1.88%	0.67%	1.63%	2.25%	0.75%	0.75%	1.52%
05:25 p.m.	1.92%	0.67%	1.83%	2.33%	0.75%	0.83%	1.60%
05:35 p.m.	2.16%	0.96%	2.12%	2.58%	1.08%	1.08%	1.52%
05:45 p.m.	2.26%	0.91%	2.31%	2.75%	1.17%	1.17%	1.61%
05:55 p.m.	2.79%	1.39%	2.98%	3.25%	1.58%	1.83%	1.70%
06:05 p.m.	3.27%	1.92%	3.46%	3.75%	2.08%	2.42%	1.71%
06:15 p.m.	2.40%	1.44%	2.50%	2.50%	1.50%	1.92%	1.02%
06:25 p.m.	2.16%	1.30%	2.26%	2.25%	1.33%	1.75%	0.93%
06:35 p.m.	1.88%	1.06%	1.97%	1.92%	1.08%	1.42%	0.85%
06:45 p.m.	1.59%	0.67%	1.73%	1.75%	0.58%	1.25%	1.18%
06:55 p.m.	1.15%	0.34%	1.35%	1.33%	0.25%	0.83%	1.09%
07:05 p.m.	0.77%	0.05%	1.01%	0.92%	0.00%	0.50%	0.92%
07:15 p.m.	0.77%	0.29%	1.20%	0.92%	0.17%	0.67%	0.75%
07:25 p.m.	0.63%	0.14%	1.06%	0.75%	0.00%	0.67%	0.75%
07:35 p.m.	0.19%	0.24%	0.67%	0.25%	0.33%	0.25%	0.58%
07:45 p.m.	0.14%	0.63%	0.24%	0.08%	0.75%	0.08%	0.66%
07:55 p.m.	0.53%	0.82%	0.14%	0.42%	0.92%	0.67%	0.50%
08:05 p.m.	0.48%	0.72%	0.05%	0.50%	0.75%	0.33%	0.41%
08:15 p.m.	0.96%	1.35%	0.58%	0.92%	1.50%	0.83%	0.66%
08:25 p.m.	0.29%	0.72%	0.10%	0.25%	0.92%	0.17%	0.75%
08:35 p.m.	0.34%	0.00%	0.72%	0.08%	0.17%	0.92%	1.09%
08:45 p.m.	0.29%	0.10%	0.48%	0.08%	0.33%	0.67%	1.00%
08:55 p.m.	0.14%	0.43%	0.10%	0.33%	0.67%	0.25%	0.91%
09:05 p.m.	0.38%	0.63%	0.14%	0.67%	0.83%	0.00%	0.83%
09:15 p.m.	1.15%	1.15%	0.82%	1.75%	1.42%	0.25%	1.48%
09:25 p.m.	1.44%	1.39%	1.15%	2.17%	1.67%	0.50%	1.64%
09:35 p.m.	1.44%	1.39%	1.20%	2.08%	1.67%	0.58%	1.48%
09:45 p.m.	1.68%	1.68%	1.54%	2.33%	2.00%	0.92%	1.39%
09:55 p.m.	1.78%	1.68%	1.59%	2.50%	2.00%	0.83%	1.64%
10:05 p.m.	1.78%	1.78%	1.63%	2.50%	2.08%	0.92%	1.55%
10:15 p.m.	1.83%	1.68%	1.59%	2.42%	2.00%	1.00%	1.39%
10:25 p.m.	1.88%	1.68%	1.63%	2.42%	2.00%	1.08%	1.31%
10:35 p.m.	2.07%	1.83%	1.83%	2.58%	2.08%	1.25%	1.31%
10:45 p.m.	2.50%	2.26%	2.21%	3.08%	2.50%	1.58%	1.47%
10:55 p.m.	2.55%	2.60%	2.21%	2.83%	2.92%	1.92%	0.98%
11:05 p.m.	2.16%	2.55%	1.78%	2.08%	2.83%	1.83%	0.98%
11:15 p.m.	2.26%	2.55%	1.88%	2.17%	2.83%	1.83%	0.98%
11:25 p.m.	1.30%	1.83%	1.15%	1.25%	1.75%	1.58%	0.49%
11:35 p.m.	1.30%	1.88%	1.25%	1.08%	1.67%	1.83%	0.74%
11:45 p.m.	0.77%	1.44%	0.77%	0.67%	1.17%	1.42%	0.74%
11:55 p.m.	0.96%	1.63%	0.87%	0.75%	1.50%	1.50%	0.74%
12:05 a.m.	1.01%	1.63%	0.91%	0.75%	1.50%	1.50%	0.74%
12:15 a.m.	1.11%	1.73%	1.01%	0.92%	1.50%	1.67%	0.74%
12:25 a.m.	1.20%	1.88%	1.11%	1.00%	1.75%	1.67%	0.74%
12:35 a.m.	1.30%	1.97%	1.20%	1.08%	1.75%	1.83%	0.74%

Hora de la Medida	Índice de regulación de tensión (%)						desbalance
	L1-L2	L2-L3	L2-L3	L1	L2	L3	
12:45 a.m.	1.39%	2.07%	1.35%	1.25%	1.83%	1.92%	0.66%
12:55 a.m.	1.25%	1.92%	1.15%	1.08%	1.75%	1.67%	0.66%
01:05 a.m.	1.54%	2.21%	1.44%	1.33%	2.08%	2.00%	0.74%
01:15 a.m.	1.68%	2.36%	1.54%	1.50%	2.17%	2.17%	0.65%
01:25 a.m.	1.54%	2.21%	1.39%	1.33%	2.00%	2.00%	0.66%
01:35 a.m.	1.44%	2.12%	1.30%	1.25%	1.92%	1.92%	0.66%
01:45 a.m.	1.44%	2.16%	1.30%	1.25%	2.00%	1.92%	0.74%
01:55 a.m.	1.54%	2.16%	1.39%	1.42%	1.92%	2.00%	0.57%
02:05 a.m.	1.68%	2.31%	1.54%	1.58%	2.08%	2.08%	0.49%
02:15 a.m.	1.92%	2.55%	1.78%	1.75%	2.33%	2.33%	0.57%
02:25 a.m.	1.92%	2.60%	1.78%	1.83%	2.33%	2.42%	0.57%
02:35 a.m.	2.02%	2.64%	1.83%	1.92%	2.42%	2.33%	0.49%
02:45 a.m.	2.02%	2.60%	1.78%	1.83%	2.42%	2.33%	0.57%
02:55 a.m.	1.97%	2.69%	1.83%	1.83%	2.50%	2.42%	0.65%
03:05 a.m.	2.16%	2.79%	1.97%	2.00%	2.67%	2.50%	0.65%
03:15 a.m.	2.40%	2.98%	2.21%	2.25%	2.83%	2.75%	0.57%
03:25 a.m.	2.64%	3.22%	2.50%	2.50%	3.08%	3.00%	0.57%
03:35 a.m.	2.69%	3.32%	2.50%	2.50%	3.17%	3.08%	0.65%
03:45 a.m.	2.64%	3.27%	2.45%	2.42%	3.17%	3.08%	0.73%
03:55 a.m.	2.55%	3.17%	2.31%	2.25%	3.00%	2.92%	0.73%
04:05 a.m.	2.31%	2.93%	2.12%	2.08%	2.75%	2.75%	0.65%
04:15 a.m.	2.26%	2.84%	2.02%	2.00%	2.67%	2.67%	0.65%
04:25 a.m.	2.36%	2.98%	2.16%	2.17%	2.75%	2.75%	0.57%
04:35 a.m.	2.21%	2.84%	2.02%	2.08%	2.58%	2.58%	0.49%
04:45 a.m.	2.07%	2.69%	1.92%	2.00%	2.50%	2.42%	0.49%
04:55 a.m.	2.12%	2.69%	1.92%	2.00%	2.50%	2.42%	0.49%
05:05 a.m.	1.83%	2.50%	1.63%	1.67%	2.33%	2.17%	0.65%
05:15 a.m.	1.54%	2.12%	1.20%	1.42%	2.00%	1.75%	0.57%
05:25 a.m.	1.39%	2.02%	1.20%	1.17%	1.83%	1.83%	0.66%
05:35 a.m.	1.49%	2.21%	1.44%	1.25%	2.08%	2.00%	0.82%
05:45 a.m.	1.63%	2.21%	1.54%	1.42%	2.17%	2.08%	0.74%
05:55 a.m.	2.26%	2.64%	2.21%	2.00%	2.67%	2.67%	0.65%
06:05 a.m.	1.83%	2.31%	1.88%	1.67%	2.33%	2.25%	0.65%
06:15 a.m.	1.39%	1.92%	1.44%	1.25%	2.00%	1.75%	0.74%
06:25 a.m.	1.20%	1.83%	1.25%	1.17%	1.83%	1.50%	0.66%
06:35 a.m.	0.91%	1.54%	1.01%	1.00%	1.58%	1.17%	0.58%
06:45 a.m.	0.34%	0.87%	0.34%	0.33%	0.75%	0.75%	0.41%
06:55 a.m.	0.96%	1.54%	0.91%	0.83%	1.50%	1.33%	0.66%
07:05 a.m.	0.29%	0.96%	0.34%	0.17%	0.92%	0.83%	0.75%
07:15 a.m.	0.05%	0.63%	0.00%	0.17%	0.50%	0.50%	0.66%
07:25 a.m.	0.05%	0.72%	0.05%	0.00%	0.58%	0.33%	0.58%
07:35 a.m.	0.43%	0.29%	0.48%	0.33%	0.08%	0.00%	0.42%
07:45 a.m.	0.29%	0.53%	0.05%	0.17%	0.25%	0.50%	0.67%
07:55 a.m.	0.38%	0.48%	0.24%	0.42%	0.25%	0.42%	0.83%
08:05 a.m.	0.91%	0.05%	0.72%	0.83%	0.17%	0.17%	0.67%
08:15 a.m.	1.35%	0.38%	1.20%	1.08%	0.67%	0.75%	0.42%
08:25 a.m.	1.78%	0.72%	1.49%	1.50%	1.08%	0.92%	0.59%
08:35 a.m.	1.63%	0.43%	1.25%	1.58%	0.75%	0.58%	1.01%
08:45 a.m.	1.35%	0.19%	1.06%	1.17%	0.50%	0.42%	0.76%
08:55 a.m.	1.39%	0.24%	1.15%	1.33%	0.50%	0.50%	0.84%
09:05 a.m.	1.68%	0.43%	1.25%	1.58%	0.75%	0.58%	1.01%
09:15 a.m.	1.78%	0.58%	1.49%	1.67%	1.00%	0.83%	0.84%
09:25 a.m.	1.92%	0.72%	1.73%	1.75%	1.08%	1.17%	0.68%
09:35 a.m.	1.83%	0.72%	1.73%	1.58%	1.08%	1.17%	0.51%
09:45 a.m.	2.36%	1.15%	2.07%	2.08%	1.50%	1.50%	0.59%
09:55 a.m.	2.26%	0.96%	1.92%	2.08%	1.33%	1.25%	0.85%
10:05 a.m.	2.16%	0.87%	1.83%	2.08%	1.25%	1.08%	1.01%
10:15 a.m.	2.60%	1.30%	2.21%	2.42%	1.67%	1.58%	0.85%
10:25 a.m.	2.88%	1.54%	2.50%	2.75%	1.83%	1.92%	0.94%
10:35 a.m.	3.08%	1.68%	2.60%	3.08%	1.92%	1.92%	1.19%
10:45 a.m.	2.79%	1.68%	2.26%	2.50%	1.92%	1.83%	0.68%
10:55 a.m.	2.21%	1.35%	1.68%	1.58%	1.58%	1.58%	0.00%

Tabla XLIV. Muestra de la distorsión armónica da la tensión en cada una de las líneas

Hora de la Medida	Vthd 1 %	Vthd 2 %	Vthd 3 %
02:25 p.m.	6.4	5.2	5.7
02:35 p.m.	6.5	5.3	5.7
02:45 p.m.	6.6	5.3	5.8
02:55 p.m.	6.5	5.4	5.8
03:05 p.m.	6.5	5.4	5.7
03:15 p.m.	6.5	5.3	5.6
03:25 p.m.	6.3	5.2	5.6
03:35 p.m.	6.2	5	5.5
03:45 p.m.	6.1	5	5.6
03:55 p.m.	5.9	4.9	5.5
04:05 p.m.	5.8	4.8	5.3
04:15 p.m.	5.8	4.7	5.1
04:25 p.m.	5.8	4.5	5
04:35 p.m.	5.7	4.4	5
04:45 p.m.	5.7	4.6	4.7
04:55 p.m.	5.7	4.7	4.8
05:05 p.m.	5.8	4.8	4.8
05:15 p.m.	5.7	4.7	4.7
05:25 p.m.	5.7	4.7	4.8
05:35 p.m.	5.6	4.7	4.8
05:45 p.m.	5.6	4.7	4.8
05:55 p.m.	5.6	4.7	4.8
06:05 p.m.	5.6	4.7	4.9
06:15 p.m.	5.6	4.7	4.8
06:25 p.m.	5.7	4.8	4.8
06:35 p.m.	5.6	4.8	4.8
06:45 p.m.	5.6	4.8	4.9
06:55 p.m.	5.6	4.8	4.7
07:05 p.m.	5.5	4.7	4.8
07:15 p.m.	5.4	4.8	4.8
07:25 p.m.	5.4	4.8	4.7
07:35 p.m.	5.3	4.8	4.7
07:45 p.m.	5.3	4.7	4.6
07:55 p.m.	5.1	4.6	4.5
08:05 p.m.	5	4.4	4.4
08:15 p.m.	4.8	4.1	4.1
08:25 p.m.	4.7	4	3.9
08:35 p.m.	4.5	3.7	3.8
08:45 p.m.	4.5	3.6	3.6
08:55 p.m.	4.3	3.5	3.5
09:05 p.m.	4.3	3.5	3.5
09:15 p.m.	4.4	3.5	3.5
09:25 p.m.	4.4	3.5	3.5
09:35 p.m.	4.4	3.5	3.4
09:45 p.m.	4.4	3.4	3.4
09:55 p.m.	4.4	3.5	3.5
10:05 p.m.	4.3	3.4	3.5
10:15 p.m.	4.2	3.4	3.5
10:25 p.m.	4.2	3.4	3.5
10:35 p.m.	4.2	3.3	3.4
10:45 p.m.	4	3.3	3.3
10:55 p.m.	3.9	3.3	3.3
11:05 p.m.	3.7	3.2	3.2
11:15 p.m.	3.6	3	3.1
11:25 p.m.	3.4	2.9	2.9
11:35 p.m.	3.3	2.8	2.7
11:45 p.m.	3.2	2.7	2.6
11:55 p.m.	3.2	2.7	2.6
12:05 a.m.	3.1	2.6	2.5
12:15 a.m.	3	2.6	2.5
12:25 a.m.	3	2.6	2.4

Hora de la Medida	Vthd 1 %	Vthd 2 %	Vthd 3 %
12:35 a.m.	3	2.5	2.4
12:45 a.m.	3	2.5	2.4
12:55 a.m.	3	2.5	2.4
01:05 a.m.	3	2.5	2.4
01:15 a.m.	2.8	2.4	2.2
01:25 a.m.	2.8	2.4	2.3
01:35 a.m.	2.8	2.4	2.3
01:45 a.m.	2.8	2.4	2.3
01:55 a.m.	2.9	2.4	2.4
02:05 a.m.	2.9	2.4	2.3
02:15 a.m.	2.9	2.5	2.3
02:25 a.m.	2.9	2.5	2.3
02:35 a.m.	3	2.6	2.4
02:45 a.m.	3	2.5	2.4
02:55 a.m.	2.9	2.5	2.3
03:05 a.m.	3	2.5	2.3
03:15 a.m.	3	2.5	2.3
03:25 a.m.	3	2.6	2.5
03:35 a.m.	3	2.6	2.4
03:45 a.m.	3	2.6	2.4
03:55 a.m.	3	2.6	2.4
04:05 a.m.	2.9	2.5	2.4
04:15 a.m.	3	2.5	2.5
04:25 a.m.	3.1	2.6	2.6
04:35 a.m.	3.1	2.6	2.5
04:45 a.m.	3.1	2.6	2.5
04:55 a.m.	3.1	2.6	2.5
05:05 a.m.	3.1	2.6	2.6
05:15 a.m.	3.1	2.6	2.6
05:25 a.m.	3	2.5	2.5
05:35 a.m.	3	2.5	2.5
05:45 a.m.	3	2.6	2.6
05:55 a.m.	3	2.5	2.7
06:05 a.m.	3.1	2.5	2.7
06:15 a.m.	3.2	2.6	2.8
06:25 a.m.	3.3	2.7	2.9
06:35 a.m.	3.6	2.7	3.2
06:45 a.m.	3.7	2.9	3.2
06:55 a.m.	3.7	2.8	3.1
07:05 a.m.	3.8	3	3.1
07:15 a.m.	3.9	3	3.2
07:25 a.m.	4.2	3.2	3.6
07:35 a.m.	4.4	3.4	3.8
07:45 a.m.	4.6	3.5	3.9
07:55 a.m.	4.7	3.6	4
08:05 a.m.	5.1	3.9	4.3
08:15 a.m.	5.3	4.2	4.6
08:25 a.m.	5.4	4.3	4.8
08:35 a.m.	5.4	4.2	4.6
08:45 a.m.	5.4	4.3	4.6
08:55 a.m.	5.5	4.3	4.7
09:05 a.m.	5.6	4.4	4.7
09:15 a.m.	5.7	4.4	4.8
09:25 a.m.	5.8	4.6	5
09:35 a.m.	5.8	4.6	5.1
09:45 a.m.	5.9	4.7	5.1
09:55 a.m.	5.9	4.9	5.2
10:05 a.m.	6	4.9	5.2
10:15 a.m.	6.2	4.9	5.2
10:25 a.m.	6.1	4.8	5.2
10:35 a.m.	6.2	4.9	5.1

Tabla XLV. Resumen del diseño lumínico de las áreas iluminadas del edificio

No.	descripción	dimensiones en metros		No. De Lumina- rias (largo)	No. de Lumina- rias (ancho)	Total de lumina- rias	Separación de las luminaria en metros			
		largo	ancho				A lo largo	A lo ancho	pared a lo largo	pared a lo ancho
1	Salones 101 y 104	12.5	9.0	5	3	15	2.5	3.0	1.5	1.25
2	Salones 102, 103, 109 y 105	11.5	9.0	4	3	12	2.8	3.0	1.5	1.4
3	Salones 105, 201, 207 y 301	9.0	9.0	3	3	9	3.0	3.0	1.5	1.5
4	Salones 107 y 108	11.0	9.0	4	3	12	2.8	3.0	1.5	1.4
5	pasillos de este a oeste	24.0	3.0	18	1	18	0.0	0.0	1.8	0.0
6	pasillos de sur a norte	15.0	3.0	11	1	11	0.0	0.0	1.8	0.0
7	Salones 202, 206, 208 y 212	10.7	10.8	4	4	16	2.7	2.7	1.35	1.35
8	Salones 203, 204, 205, 209,210 y 211	10.7	9.0	4	3	12	2.7	3.0	1.5	1.35
9	Salones 301, 306, 308 y 312	11.7	11.7	4	4	16	2.7	2.7	1.35	1.35
10	Salones303,304,305306, 309,310 y 311	11.7	9.0	4	3	12	2.7	3.0	1.5	1.35

ANEXOS

Anexo A

Capacidad de los conductores de acuerdo, al área, calibre del conductor y temperatura

Calibre conductor AWG o MCM	Área transversal		Calibre conductor AWG o MCM	Área transversal	
	CM	Mm ²		CM	mm ²
14	4110	2,1	350		177,0
12	6530	3,3	400		203,0
10	10380	5,3	450		228,0
8	16510	8,4	500		253,0
6	26240	13,3	550		279,0
4	41740	21,2	600		304,0
2	66360	33,6	650		329,0
1/0	105600	53,5	700		355,0
2/0	133100	67,4	750		380,0
3/0	167800	85,0	800		405,0
4/0	211600	107,2	900		456,0
250		127,0	1000		507,0
300		152,0			

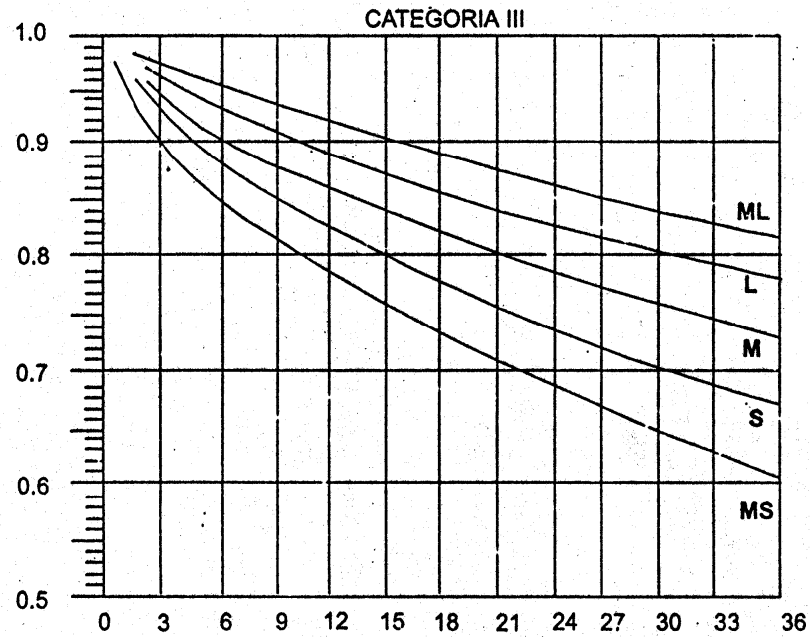
Fuente: Luís Alfonso Mendez, **Guía para el diseño de instalaciones eléctricas**. Pág. 12.

Calibre AWG o MCM	Capacidad de conducción (amperios)		Calibre AWG o MCM	Capacidad de conducción (amperios)	
	60 °C	75 °C		60 °C	75 °C
	TW	THW		TW	THW
14	20	20	250	215	255
12	25	25	300	240	285
10	30	35	350	260	310
8	40	50	400	280	335
6	55	65	500	320	380
4	70	85	600	355	420
2	95	115	700	385	460
1/0	125	150	750	400	475
2/0	145	175	800	410	490
3/0	165	200	900	435	520
4/0	195	230	1000	455	545

Fuente: Phelps dodge, **Manual eléctrico**. Pág. 131.

Anexo B

Gráfica del grado de contaminación de las luminarias categoría III



Fuente: Boletín de ingeniería comercial 2-80, México Sylvania. **Cálculo de proyectos de iluminación.** Pág. 16

Donde:

ML: muy limpio
L: limpio
M: medio
S: sucio
MS: muy sucio

Anexo C


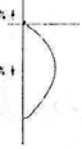

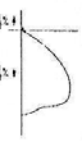




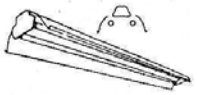
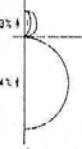
Factores utilizados para reflectancias efectivas de piso diferentes al 20%

% de reflectancia efectiva en la cavidad de techo, pcc	80				70				50			30			10		
	70	50	30	10	70	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10
Para 30 % de reflectancia efectiva en la cavidad de piso (20 % = 1.00)																	
RCR																	
1	1.092	1.082	1.075	1.068	1.077	1.070	1.064	1.059	1.049	1.044	1.040	1.028	1.026	1.023	1.012	1.010	1.008
2	1.079	1.066	1.055	1.047	1.068	1.057	1.048	1.039	1.041	1.033	1.027	1.026	1.021	1.017	1.013	1.010	1.006
3	1.070	1.054	1.042	1.033	1.061	1.048	1.037	1.028	1.034	1.027	1.020	1.024	1.017	1.012	1.014	1.009	1.005
4	1.062	1.045	1.033	1.024	1.055	1.040	1.029	1.021	1.030	1.022	1.015	1.022	1.015	1.010	1.014	1.009	1.004
5	1.056	1.038	1.026	1.018	1.050	1.034	1.024	1.015	1.027	1.018	1.012	1.020	1.013	1.008	1.014	1.009	1.004
6	1.052	1.033	1.021	1.014	1.047	1.030	1.020	1.012	1.024	1.015	1.009	1.019	1.012	1.006	1.014	1.008	1.003
7	1.047	1.029	1.018	1.011	1.043	1.026	1.017	1.009	1.022	1.013	1.007	1.018	1.010	1.005	1.014	1.008	1.003
8	1.044	1.026	1.015	1.009	1.040	1.024	1.015	1.007	1.020	1.012	1.006	1.017	1.009	1.004	1.013	1.007	1.003
9	1.040	1.024	1.014	1.007	1.037	1.022	1.014	1.006	1.019	1.011	1.005	1.016	1.009	1.004	1.013	1.007	1.002
10	1.037	1.022	1.012	1.006	1.034	1.020	1.012	1.005	1.017	1.010	1.004	1.015	1.009	1.003	1.013	1.007	1.002
Para 10 % de reflectancia efectiva en la cavidad de piso (20 % = 1.00)																	
RCR																	
1	0.923	0.929	0.935	0.940	0.933	0.939	0.943	0.948	0.956	0.960	0.963	0.973	0.976	0.979	0.989	0.991	0.993
2	0.931	0.942	0.950	0.958	0.940	0.949	0.957	0.963	0.962	0.968	0.974	0.976	0.980	0.985	0.988	0.991	0.995
3	0.939	0.951	0.961	0.969	0.945	0.957	0.966	0.973	0.967	0.975	0.981	0.978	0.983	0.988	0.988	0.992	0.996
4	0.944	0.958	0.969	0.978	0.950	0.963	0.973	0.980	0.972	0.980	0.986	0.980	0.986	0.991	0.987	0.992	0.996
5	0.949	0.964	0.976	0.983	0.954	0.968	0.978	0.985	0.975	0.983	0.989	0.981	0.988	0.993	0.987	0.992	0.997
6	0.953	0.969	0.980	0.986	0.958	0.972	0.982	0.989	0.977	0.985	0.992	0.982	0.989	0.995	0.987	0.993	0.997
7	0.957	0.973	0.983	0.991	0.961	0.975	0.985	0.991	0.979	0.987	0.994	0.983	0.990	0.996	0.987	0.993	0.998
8	0.960	0.976	0.986	0.993	0.963	0.977	0.987	0.993	0.981	0.988	0.995	0.984	0.991	0.997	0.987	0.994	0.998
9	0.963	0.978	0.987	0.994	0.965	0.979	0.989	0.994	0.983	0.990	0.996	0.985	0.992	0.998	0.988	0.994	0.999
10	0.965	0.980	0.985	0.990	0.967	0.981	0.990	0.995	0.984	0.991	0.997	0.986	0.993	0.998	0.988	0.994	0.999

Fuente: Boletín de ingeniería comercial 2-80, México Sylvania. **Cálculo de proyectos de iluminación.** Pág. 13

Anexo D

Coeficientes de utilización para distintos tipos de luminarias

Tipo de luminario	Distribución típica y % de lúmenes de la lámpara		pcc ^a →		80			70			50			30			10			0			wDR ^c ↓
	Cat. de Mant.	Máximo espacio- miento ^d S/MH	RCR ^e ↓	Coeficiente de utilización para 20% de reflectancia efectiva de piso (p _{re} = 20)																			
				50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10		
 Reflector con ventilación para distribución intermedia con lámpara clara de descarga de alta intensidad.	III	1.0	0	.91	.91	.91	.89	.89	.89	.84	.84	.84	.81	.81	.81	.77	.77	.77	.75	.75	.75		.16
	1	.84	.81	.79	.82	.80	.78	.79	.77	.76	.76	.74	.73	.73	.72	.71	.69	.16					
	2	.77	.73	.70	.76	.72	.70	.73	.70	.68	.70	.68	.66	.68	.66	.65	.63	.15					
	3	.71	.66	.63	.69	.65	.62	.67	.64	.61	.65	.62	.60	.63	.61	.59	.57	.15					
	4	.65	.60	.56	.64	.59	.56	.62	.58	.55	.60	.57	.54	.59	.56	.54	.52	.15					
	5	.59	.54	.50	.59	.54	.50	.57	.53	.50	.56	.52	.49	.54	.51	.48	.47	.14					
	6	.54	.49	.45	.54	.49	.45	.52	.48	.45	.51	.47	.44	.50	.47	.44	.42	.14					
	7	.50	.44	.40	.49	.44	.40	.48	.43	.40	.47	.43	.39	.46	.42	.39	.38	.14					
	8	.45	.40	.36	.45	.40	.36	.44	.39	.36	.43	.39	.35	.42	.38	.35	.34	.13					
	9	.41	.36	.32	.41	.36	.32	.40	.35	.32	.39	.35	.32	.38	.35	.32	.30	.13					
	10	.38	.33	.29	.37	.32	.29	.37	.32	.29	.36	.32	.29	.35	.31	.28	.27	.12					
 Reflector con ventilación para distribución difusa con lámpara clara de descarga de alta intensidad.	III	1.5	0	.92	.92	.92	.90	.90	.90	.86	.86	.86	.82	.82	.82	.79	.79	.79	.77	.77	.77		.19
	1	.85	.82	.80	.83	.81	.79	.79	.78	.76	.76	.75	.74	.74	.72	.71	.70	.19					
	2	.77	.73	.70	.75	.72	.69	.73	.70	.67	.70	.68	.66	.68	.66	.64	.63	.19					
	3	.70	.65	.61	.68	.64	.60	.66	.62	.59	.64	.61	.58	.62	.59	.57	.56	.18					
	4	.63	.58	.53	.62	.57	.53	.60	.56	.52	.58	.55	.52	.57	.54	.51	.49	.18					
	5	.57	.51	.47	.56	.51	.47	.55	.50	.46	.53	.49	.46	.52	.48	.45	.44	.17					
	6	.51	.45	.41	.51	.45	.41	.49	.44	.40	.48	.43	.40	.47	.43	.40	.38	.16					
	7	.46	.40	.35	.45	.39	.35	.44	.39	.35	.43	.38	.35	.42	.38	.34	.33	.16					
	8	.41	.35	.31	.41	.35	.31	.40	.34	.31	.39	.34	.30	.38	.33	.30	.29	.15					
	9	.37	.31	.27	.37	.31	.27	.36	.30	.27	.35	.30	.27	.34	.30	.26	.25	.15					
	10	.33	.27	.24	.33	.27	.23	.32	.27	.23	.31	.27	.23	.31	.26	.23	.22	.14					
 Reflector con ventilación para distribución intermedia con lámpara fosforada de alta intensidad.	III	1.0	0	.96	.96	.96	.93	.93	.93	.87	.87	.87	.82	.82	.82	.77	.77	.77	.75	.75	.75		.14
	1	.89	.87	.84	.86	.84	.83	.82	.80	.79	.78	.76	.75	.74	.73	.72	.70	.14					
	2	.82	.79	.76	.80	.77	.74	.76	.74	.72	.73	.71	.69	.70	.68	.67	.65	.13					
	3	.76	.72	.68	.74	.70	.67	.71	.68	.65	.68	.66	.63	.66	.63	.61	.60	.13					
	4	.70	.66	.62	.69	.65	.61	.66	.63	.60	.64	.61	.58	.62	.59	.57	.55	.13					
	5	.65	.60	.56	.64	.59	.56	.62	.58	.54	.60	.56	.53	.58	.55	.52	.51	.12					
	6	.60	.55	.51	.59	.55	.51	.57	.53	.50	.56	.52	.49	.54	.51	.48	.47	.12					
	7	.56	.51	.47	.55	.50	.46	.53	.49	.46	.52	.48	.45	.50	.47	.44	.43	.12					
	8	.52	.47	.43	.51	.46	.43	.50	.45	.42	.48	.44	.41	.47	.43	.41	.40	.11					
	9	.48	.43	.39	.47	.42	.39	.46	.42	.39	.45	.41	.38	.44	.40	.38	.36	.11					
	10	.45	.40	.36	.44	.39	.36	.43	.39	.36	.42	.38	.35	.41	.37	.35	.34	.10					
 Reflector con ventilación para distribución difusa con lámpara fosforada de alta intensidad.	III	1.5	0	.93	.93	.93	.89	.89	.89	.83	.83	.83	.77	.77	.77	.71	.71	.71	.68	.68	.68		.15
	1	.85	.83	.81	.82	.80	.78	.77	.75	.74	.72	.71	.69	.67	.66	.65	.63	.15					
	2	.78	.74	.71	.76	.72	.69	.71	.68	.66	.67	.65	.63	.63	.61	.60	.58	.14					
	3	.71	.67	.63	.69	.65	.62	.65	.62	.59	.62	.59	.57	.58	.56	.54	.53	.14					
	4	.65	.60	.56	.64	.59	.55	.60	.56	.53	.57	.54	.51	.54	.52	.50	.48	.13					
	5	.60	.54	.50	.58	.53	.49	.55	.51	.48	.53	.49	.46	.50	.47	.45	.43	.13					
	6	.54	.49	.45	.53	.48	.44	.51	.46	.43	.48	.45	.42	.46	.43	.40	.39	.13					
	7	.49	.44	.40	.48	.43	.39	.46	.41	.38	.44	.40	.37	.42	.39	.36	.34	.12					
	8	.45	.39	.35	.44	.38	.35	.42	.37	.34	.40	.36	.33	.38	.35	.32	.31	.12					
	9	.41	.35	.31	.40	.34	.31	.38	.33	.30	.36	.32	.29	.35	.31	.28	.27	.12					
	10	.37	.31	.27	.36	.31	.27	.34	.30	.26	.33	.29	.26	.32	.28	.25	.24	.11					
 Reflector acabado, pintura porcelanizada con lámpara fluorescente, reflector 14° C.W.	III	1.3	0	1.00	1.00	1.00	.96	.96	.96	.89	.89	.89	.82	.82	.82	.76	.76	.76	.73	.73	.73		.27
	1	.88	.85	.82	.85	.82	.79	.79	.77	.74	.73	.72	.70	.68	.67	.66	.63	.27					
	2	.78	.72	.67	.75	.70	.66	.70	.66	.62	.65	.62	.59	.61	.58	.56	.53	.26					
	3	.69	.62	.57	.66	.60	.56	.62	.57	.53	.58	.54	.51	.54	.51	.48	.46	.26					
	4	.61	.54	.48	.59	.52	.47	.55	.50	.45	.52	.47	.43	.49	.45	.42	.39	.22					
	5	.54	.46	.41	.52	.45	.40	.49	.43	.39	.46	.41	.37	.43	.39	.36	.33	.20					
	6	.48	.41	.35	.47	.40	.35	.44	.38	.34	.41	.36	.32	.39	.34	.31	.29	.19					
	7	.43	.36	.31	.42	.35	.30	.40	.34	.29	.37	.32	.28	.35	.31	.27	.25	.17					
	8	.39	.32	.27	.38	.31	.26	.36	.30	.25	.34	.28	.24	.32	.27	.24	.22	.16					
	9	.35	.28	.23	.34	.27	.23	.32	.26	.22	.30	.25	.21	.28	.24	.20	.19	.15					
	10	.32	.25	.20	.31	.24	.20	.29	.23	.19	.28	.22	.19	.26	.21	.18	.17	.14					

Fuente: Boletín de ingeniería comercial 2-80, México Sylvania. Cálculo de proyectos de iluminación. Pág. 12

Anexo E

Porcentaje de las reflectancias efectivas de techo o piso para varias combinaciones de reflectancias

Porcentaje de reflectancia efectiva en la cavidad de piso o techo para diferentes combinaciones de reflectancia																					
% Reflectancia de techo o piso	90				80				70			50				30			10		
% Reflectancia de pared	90	70	50	30	80	70	50	30	70	50	30	70	50	30	70	50	30	10	50	30	10
RSR																					
0.2	89	88	86	85	78	78	77	76	68	67	66	49	48	47	30	29	29	28	10	10	09
0.4	88	86	84	81	77	76	74	72	67	65	63	48	47	45	30	29	28	26	11	10	09
0.6	87	84	80	77	76	75	71	68	65	63	59	47	45	43	30	28	26	25	11	10	08
0.8	87	82	77	73	75	73	69	65	64	60	56	47	44	40	30	28	25	23	11	10	08
1.0	86	80	75	69	74	72	67	62	62	58	53	46	43	38	30	27	24	22	12	10	08
1.2	85	78	72	66	73	70	64	58	61	57	50	45	41	36	30	27	23	21	12	10	07
1.4	85	77	69	62	72	68	62	55	60	55	47	45	40	35	30	26	22	19	12	10	07
1.6	84	75	67	59	71	67	60	53	59	53	45	44	39	33	29	25	22	18	12	09	07
1.8	83	73	64	56	70	66	58	50	58	51	42	43	38	31	29	25	21	17	13	09	06
2.0	83	72	62	53	69	64	56	48	56	49	40	43	37	30	29	24	20	16	13	09	06
2.2	82	70	59	50	68	63	54	45	55	48	38	42	36	29	29	24	19	15	13	09	06
2.4	82	69	58	48	67	61	52	43	54	46	37	42	35	27	29	24	19	14	13	09	06
2.6	81	67	56	46	66	60	50	41	54	45	35	41	34	26	29	23	18	14	13	09	06
2.8	81	66	54	44	65	59	48	39	53	43	33	41	33	25	29	23	17	13	13	09	05
3.0	80	64	52	42	65	58	47	37	52	42	32	40	32	24	29	22	17	12	13	09	05
3.2	79	63	50	40	65	57	45	35	51	40	31	39	31	23	29	22	16	12	13	09	05
3.4	79	62	48	38	64	56	44	34	50	39	29	39	30	22	29	22	16	11	13	09	05
3.6	78	61	47	36	63	54	43	32	49	38	28	39	29	21	29	21	15	10	13	09	04
3.8	78	60	45	35	62	53	41	31	49	37	27	38	29	21	28	21	15	10	14	09	04
4.0	77	58	44	33	61	53	40	30	48	36	26	38	28	20	28	21	14	09	14	09	04
4.2	77	57	43	32	60	52	39	29	47	35	25	37	28	20	28	20	14	09	14	09	04
4.4	76	56	42	31	60	51	38	28	46	34	24	37	27	19	28	20	14	09	14	08	04
4.6	76	55	40	30	59	50	37	27	45	33	24	36	26	18	28	20	13	08	14	08	04
4.8	75	54	39	28	58	49	36	26	45	32	23	36	26	18	28	20	13	08	14	08	04
5.0	75	53	38	28	58	48	35	25	44	31	22	35	25	17	28	19	13	08	14	08	04

Fuente: Boletín de ingeniería comercial 2-80, México Sylvania. **Cálculo de proyectos de iluminación.** Pág. 10

Continuación

de reflectancia base*	40	30	20	10	0
de reflectancia de pared	90 80 70 60 50 40 30 20 10 0	90 80 70 60 50 40 30 20 10 0	90 80 70 60 50 40 30 20 10 0	90 80 70 60 50 40 30 20 10 0	90 80 70 60 50 40 30 20 10 0
Relación de cavidad					
0.2	40 40 39 39 39 38 38 37 36 36	31 31 30 30 29 29 28 28 27	21 20 20 20 20 19 19 19 17	11 11 11 10 10 10 09 09 09	02 02 02 01 01 01 01 00 06 0
0.4	41 40 39 39 38 37 36 35 34 34	31 31 30 30 29 28 28 27 26 25	22 21 20 20 20 19 18 18 16	12 11 11 11 10 10 09 09 08	04 03 03 02 02 02 01 01 09 0
0.6	41 40 39 38 37 36 34 33 32 31	32 31 30 29 28 27 26 26 25 23	23 21 21 20 19 19 18 18 17 15	13 13 12 11 11 10 10 09 08 08	05 05 04 03 03 02 02 01 01 0
0.8	41 40 38 37 36 35 33 32 31 29	32 31 30 29 28 26 25 25 23 22	24 22 21 20 19 19 18 17 16 14	15 14 13 12 11 10 10 09 08 07	07 06 05 04 04 03 02 02 01 0
1.0	42 40 38 37 35 33 32 31 29 27	33 32 30 29 27 25 24 23 22 20	25 23 22 20 19 18 17 16 15 13	16 14 13 12 12 11 10 09 08 07	08 07 06 05 04 03 02 02 01 0
1.2	42 40 38 36 34 32 30 29 27 25	33 32 30 28 27 25 23 22 21 19	25 23 22 20 19 17 17 16 14 12	17 15 14 13 12 11 10 09 07 06	10 08 07 06 05 04 03 02 01 0
1.4	42 39 37 35 33 31 29 27 25 23	34 32 30 28 26 24 22 21 19 18	26 24 22 20 18 17 16 15 13 12	18 16 14 13 12 11 10 09 07 06	11 09 08 07 06 04 03 02 01 0
1.6	42 39 37 35 32 30 27 25 23 22	34 33 29 27 25 23 22 20 18 17	26 24 22 20 18 17 16 15 13 11	19 17 15 14 12 11 09 08 07 06	12 10 09 07 06 05 03 02 01 0
1.8	42 39 36 34 31 29 26 24 22 21	35 33 29 27 25 23 21 19 17 16	27 25 23 20 18 17 15 14 12 10	19 17 15 14 13 11 09 08 06 05	13 11 09 08 07 05 04 03 01 0
2.0	42 39 36 34 31 28 25 23 21 19	35 33 29 26 24 22 20 18 16 14	28 25 23 20 18 16 15 13 11 09	20 18 16 14 13 11 09 08 06 05	14 12 10 09 07 05 04 03 01 0
2.2	42 39 36 33 30 27 24 22 19 18	36 32 29 26 24 22 19 17 15 13	28 25 23 20 18 16 14 12 10 09	21 19 16 14 13 11 09 07 06 05	15 13 11 09 07 06 04 03 01 0
2.4	43 39 35 33 29 27 24 21 18 17	36 32 29 26 24 22 19 16 14 12	29 26 23 20 18 16 14 12 10 08	22 19 17 15 13 11 09 07 06 05	16 13 11 09 08 06 04 03 01 0
2.6	43 39 35 32 29 26 23 20 17 15	36 32 29 25 23 21 18 16 14 12	29 26 23 20 18 16 14 11 09 08	23 20 17 15 13 11 09 07 06 04	17 14 12 10 08 06 05 03 02 0
2.8	43 39 35 32 28 25 22 19 16 14	37 33 29 25 23 21 17 15 13 11	30 27 23 20 18 15 13 11 09 07	23 20 18 16 13 11 09 07 05 03	17 15 13 10 08 07 05 03 02 0
3.0	43 39 35 31 27 24 21 18 16 13	37 33 29 25 22 20 17 15 12 10	30 27 23 20 17 15 13 11 09 07	24 21 18 16 13 11 09 07 05 03	18 16 13 11 09 07 05 03 02 0
3.2	43 39 35 31 27 23 20 17 15 13	37 33 29 25 22 19 16 14 12 10	31 27 23 20 17 15 12 11 09 06	25 21 18 16 13 11 09 07 05 03	19 16 14 11 09 07 05 03 02 0
3.4	43 39 34 30 26 23 20 17 14 12	37 33 29 25 22 19 16 14 11 09	31 27 23 20 17 15 12 10 08 06	26 22 18 16 13 11 09 07 05 03	20 17 14 12 09 07 05 03 02 0
3.6	44 39 34 30 26 22 19 16 14 11	38 33 29 24 21 18 15 13 10 09	32 27 23 20 17 15 12 10 08 05	26 22 19 16 13 11 09 06 04 03	20 17 15 12 10 08 05 04 02 0
3.8	44 38 32 27 22 18 16 13 10 08	38 33 28 24 21 18 15 13 10 08	32 28 23 20 17 15 12 10 07 05	27 23 19 17 14 11 09 06 04 02	21 18 15 12 10 08 05 04 02 0
4.0	44 38 33 29 25 21 18 15 12 10	38 33 28 24 21 18 14 12 09 07	33 28 23 20 17 14 11 09 07 05	27 23 20 17 14 11 09 06 04 02	22 18 15 13 10 08 05 04 02 0
4.2	44 38 33 29 24 21 17 15 12 10	38 33 28 24 20 17 14 12 09 07	33 28 23 20 17 14 11 09 07 04	28 24 20 17 14 11 09 06 04 02	22 19 16 13 10 08 06 04 02 0
4.4	44 38 33 28 24 20 17 14 11 09	39 33 28 24 20 17 14 11 09 06	34 28 24 20 17 14 11 09 07 04	28 24 20 17 14 11 08 06 04 02	23 19 16 13 10 08 06 04 02 0
4.6	44 38 32 28 23 19 16 14 11 08	39 33 28 24 20 17 13 10 08 06	34 29 24 20 17 14 11 09 07 04	29 25 20 17 14 11 08 06 04 02	23 20 17 13 11 08 06 04 02 0
4.8	44 38 32 27 22 19 16 13 10 08	39 33 28 24 20 17 13 10 08 05	35 29 24 20 17 13 10 08 06 04	29 25 20 17 14 11 08 06 04 02	24 20 17 14 11 08 06 04 02 0
5.0	45 38 31 27 22 19 15 13 10 07	39 33 28 24 19 16 13 10 08 05	35 29 24 20 16 13 10 08 06 04	30 25 20 17 14 11 08 06 04 02	25 21 17 14 11 08 06 04 02 0
6.0	44 37 30 25 20 17 13 11 08 05	39 33 27 23 18 15 11 09 06 04	36 30 24 20 16 13 10 08 05 02	31 26 21 18 14 11 08 06 03 01	27 23 18 15 12 09 06 04 02 0
7.0	44 36 29 24 19 16 12 10 07 04	40 33 26 22 17 14 10 08 05 03	36 30 24 20 15 12 09 07 04 02	32 27 21 17 13 11 08 06 03 01	28 24 19 15 12 09 06 04 02 0
8.0	44 35 28 23 18 15 11 09 06 03	40 33 26 21 16 13 09 07 04 02	37 30 23 19 15 12 08 06 03 01	33 27 21 17 13 10 07 05 03 01	30 25 20 15 12 09 06 04 02 0
9.0	44 35 26 21 16 13 10 08 05 02	40 33 25 20 15 12 09 07 04 02	37 29 23 19 14 11 08 06 03 01	34 28 21 17 13 10 07 05 02 01	31 25 20 15 12 09 06 04 02 0
10.0	43 34 25 20 15 12 08 07 05 02	40 32 24 19 14 11 08 06 03 01	37 29 22 18 13 10 07 05 03 01	34 28 21 17 12 10 07 05 02 01	31 25 20 15 12 09 06 04 02 0

Fuente: Boletín de ingeniería comercial 2-80, México Sylvania. Cálculo de proyectos de iluminación. Pág. 9

Anexo F

Resistencia y reactancias para cables, 3-fases, 60 Hz, 75°C, tres conductores en tubería, con Ohms a neutral por 1000 pies

Tamaño AWG/kcmill	AC Resistencia para alambres de cobre no revestidos			z' para alambres de Cobre no revestidos		
	PVC Conduit	Al. Conduit	Hierro Conduit	z' PVC Conduit	z' Al. Conduit	z' Hierro Cduit
14	3.10	3.10	3.10	2.70	2.70	2.70
12	2.00	2.00	2.00	1.70	1.70	1.70
10	1.20	1.20	1.20	1.10	1.10	1.10
8	0.78	0.78	0.78	0.69	0.69	0.70
6	0.49	0.49	0.49	0.44	0.45	0.45
4	0.31	0.31	0.31	0.29	0.29	0.30
2	0.19	0.20	0.20	0.19	0.19	0.20
1/0	0.1200	0.1300	0.1200	0.1278	0.1372	0.1320
2/0	0.1000	0.1000	0.1000	0.1089	0.1089	0.1186
3/0	0.0770	0.0820	0.0790	0.0877	0.0921	0.0946
4/0	0.0620	0.0670	0.0630	0.0743	0.0785	0.0811
250	0.0520	0.0570	0.0540	0.0662	0.0702	0.0750
300	0.0440	0.0490	0.0450	0.0601	0.0639	0.0680
350	0.0380	0.0430	0.0390	0.0587	0.0587	0.0634
500	0.0270	0.0320	0.0290	0.0474	0.0504	0.0581

Fuente: *Nacional electrical code*. Pág. 70-889

En donde:

$$z' = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

R: resistencia

X_L: reactancia inductiva

ANEXO G

Configuración típica de alumbrado para carreteras de dos direcciones

Datos de las lámparas de mercurio		Datos del poste		Colocación	Separación (m)	Iluminación en lux		Relación de uniformidad
Designación	Emisión luminosa (lúmenes)	Altura de montaje (m)	Longitud del brazo (m)			Media	Mínima	
H39-22KB 175 W Clara	7,700	9	1.2	En un solo lado	28	9	3.6	2.5 : 1
H37-5KB 250 W Clara	12,100	9	1.2	En un solo lado	41	9	4.9	1.8 : 1
H33-1CD 400 W Clara	21,000	9	1.2	En un solo lado	30	22	7.1	3.0 : 1
H33-1CD 400 W Clara	21,000	9	1.2	Al tresbolillo	45	14.1	4.7	3.0 : 1
H35-38NA 700 W Clara	39,000	10,5	1.2	En un solo lado	60	15	5.1	2.9 : 1
H35-18NA 700 W Clara	39,000	10,5	1.2	Al tresbolillo	63	14.7	4.9	3.0 : 1

Fuente: **Manual del alumbrado**. Pág. 217

Anexo H

Diámetros de conductores con forro tipo THHN

Calibre AWG o MCM	Área aproximada En plg^2
14	0.0097
12	0.0133
10	0.0211
8	0.0366
6	0.0507
4	0.0824
2	0.1158
1/0	0.1855
2/0	0.2223
3/0	0.2679
4/0	0.3237
250	0.397
300	0.4608
350	0.5958
500	0.7901

Fuente: **Nacional Electrical Code**. Pág. 70-884

Anexo I

Tabla de valores de resistencia de aislamiento recomendados para instalaciones eléctricas

Instalación	Resistencia de aislamiento (ohm)
Para circuitos con conductores de # 14 o # 12 AWG	1,000,00
Para circuitos con conductores de # 10 o mayores, y con capacidad de conducción de corriente:	
25 a 50 A	250,000
51 a 100 A	100,000
101 a 200 A	50,000
201 a 400 A	25,000
401 a 800 A	12,000
más de 800 A	5,000

Fuente: Neagu Bratu Rebán y Eduardo Campero Littewood. **Instalaciones eléctrica, conceptos básicos y diseño.** Pág. 198

Anexo J

Fotografías de los tableros, protecciones, tuberías, luminarias dentro del edificio y del parqueo



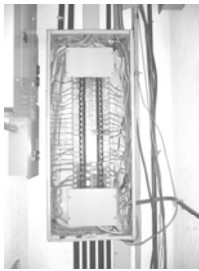
Fotografía 1



Fotografía 2



Fotografía 3



Fotografía 4



Fotografía 5



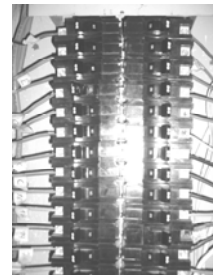
Fotografía 6



Fotografía 7

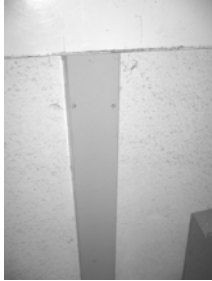


Fotografía 8



Fotografía 9

Continuación



Fotografía 10



Fotografía 11



Fotografía 12



Fotografía 13



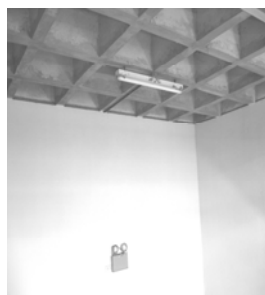
Fotografía 14



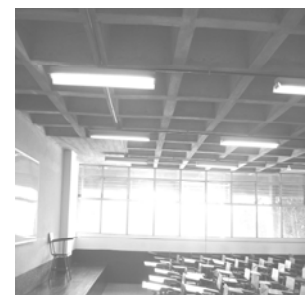
Fotografía 15



Fotografía 16



Fotografía 17



Fotografía 18

Continuación



Fotografía 19



Fotografía 20



Fotografía 21



Fotografía 22



Fotografía 23



Fotografía 24



Fotografía 25



Fotografía 26

Continuación

Descripción de las fotos:

Fotografía 1: tablero principal del edificio.

Fotografía 2: tablero principal del primer nivel.

Fotografía 3: tablero principal del segundo nivel.

Fotografía 4: tablero principal del tercer nivel.

Fotografía 5: tablero auxiliar no. 1 del tercer nivel.

Fotografía 6: tablero auxiliar no. 2 del tercer nivel.

Fotografía 7: tablero auxiliar no. 3 del tercer nivel.

Fotografía 8: tablero auxiliar no. 4 del tercer nivel.

Fotografía 9: flipones del tablero principal del tercer nivel.

Fotografía 10: canaleta de 3" X 3" que guía los cables de banco de transformadores a el tablero principal del edificio.

Fotografía 11: canaleta de 3" X 3" que guía los cables de los circuitos de iluminación de los salones, desde el tablero principal de nivel hasta cada uno de los salones.

Fotografía 12: tubería que guía los cables de los circuitos de fuerza, del tablero principal de nivel hasta cada uno de los salones.

Fotografía 13: tubería que guía los cables de los circuitos de iluminación, de la canaleta de 3" X 3" que pasa por enfrente del salón hasta el salón.

Fotografía 14: tuberías que guían los cables de los tableros auxiliares del tercer nivel hasta los salones.

Fotografía 15: iluminación de las gradas del primer nivel al segundo nivel.

Fotografía 16: iluminación del pasillo del segundo nivel.

Fotografía 17: iluminación de las gradas del segundo nivel al tercer nivel.

Fotografía 18: iluminación de los salones en el segundo nivel.

Fotografía 19: iluminación del pasillo de la entrada principal.

Fotografía 20: iluminación de pasillo del primer nivel.

Fotografía 21: iluminación del parqueo.

Fotografía 22: iluminación del parqueo.

Fotografía 23: iluminación del parqueo.

Fotografía 24: iluminación del parqueo.

Fotografía 25: iluminación del parqueo.

Fotografía 26: banco de transformadores trifásico que alimenta al edificio
S-11.

