



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

**ESTUDIO ELÉCTRICO DE LAS INSTALACIONES DE LOS
EDIFICIOS M-90 Y M-D DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE
OCCIDENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA**

Carlos Alfredo Boj de León

Asesorado por el Ing. Juan Carlos Morales González

Guatemala, marzo de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO ELÉCTRICO DE LAS INSTALACIONES DE LOS
EDIFICIOS M-90 Y M-D DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE
OCCIDENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CARLOS ALFREDO BOJ DE LEÓN

ASESORADO POR EL INGENIERO JUAN CARLOS MORALES GONZÁLEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRICISTA

GUATEMALA, MARZO DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE 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 Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Carlos Fernando Rodas
EXAMINADOR	Ing. Romeo Neftalí López Orozco
EXAMINADOR	Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

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 DE LOS EDIFICIOS M-90 Y M-D DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA,

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



Carlos Alfredo Boj de León

Guatemala, 20 de octubre del 2006.

Ing. Ángel Roberto Sic García
Coordinador Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente.

Estimado Ingeniero Sic:

Por este medio le informo que como Asesor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) del estudiante de la carrera de Ingeniería Eléctrica, **CARLOS ALFREDO BOJ DE LEÓN**, procedí a revisar el Informe Final de la práctica de EPS, titulado: **"ESTUDIO ELÉCTRICO DE LAS INSTALACIONES DE LOS EDIFICIOS M-90 Y M-D DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA"**.

Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte a nuestra Universidad.

En tal virtud, lo doy por **APROBADO** solicitándole darle el tramite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente;

Ing. Juan Carlos Morales González

ASESOR

Juan Carlos Morales González
INGENIERO ELECTRICISTA
COL. 5903



Guatemala, 12 de mayo de 2006
Ref. EPS. C. 195.05.06

Ing. Renato Escobedo
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Escobedo.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **“ESTUDIO ELÉCTRICO DE LAS INSTALACIONES DE LOS EDIFICIOS M-90 Y M-D DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA”**.

Este trabajo lo desarrolló el estudiante universitario, **CARLOS ALFREDO BOJ DE LEÓN**, quien fue asesorado por el Ing. Juan Carlos Morales González y supervisado por el Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del asesor y supervisor, en mi calidad de coordinadora apruebo su contenido; solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todas”

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
Coordinadora Unidad de EPS, a.i.





FACULTAD DE INGENIERIA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 12 de mayo de 2006
Ref. EPS. C. 195.05.06

Ing. Angel Roberto Sic García
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Sic García.

Por este medio atentamente le informo que como Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, **CARLOS ALFREDO BOJ DE LEÓN**, procedí a revisar el informe final de la práctica de EPS, cuyo título es titulado **"ESTUDIO ELÉCTRICO DE LAS INSTALACIONES DE LOS EDIFICIOS M-90 Y M-D DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA"**.

Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz
Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica – Eléctrica

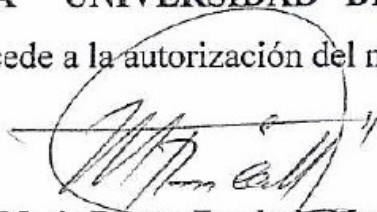


KIER/jm



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación del estudiante; Carlos Alfredo Boj de León titulado: **ESTUDIO ELÉCTRICO DE LAS INSTALACIONES DE LOS EDIFICIOS M-90 Y M-D DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA,** procede a la autorización del mismo.


Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
DIRECTOR



GUATEMALA, 6 DE MARZO 2,007.

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.079.07

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al trabajo de graduación titulado: **ESTUDIO ELÉCTRICO DE LAS INSTALACIONES DE LOS EDIFICIOS M-90 Y M-D DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Alfredo Boj de León**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Reinos
DECANO



Guatemala, marzo de 2007

/cc

AGRADECIMIENTOS A:

- DIOS** Que me ha dado vida para cumplir uno de mis más grandes sueños.
- MIS PADRES** Los seres que me han guiado y apoyado con su amor y sacrificio durante toda mi vida.
- MIS HERMANOS** Con quienes hemos afrontado alegrías y tristezas, por ser las maravillosas personas que son y estar siempre junto a mí cuando los necesito.
- LA FAMILIA BOJ COTÍ** Porque desde el primer día que puse un pie en su casa, me recibieron como un miembro más de su familia y me siguen brindando esa paciencia y cariño en todo momento.
- A MI ASESOR** Ingeniero Juan Carlos Morales, por su asesoría en este trabajo, por el apoyo y la amistad.
- MIS AMIGOS** Porque sin duda alguna supimos disfrutar completamente la vida universitaria. Agradezco su inigualable amistad. En especial a Edy Aguilar, Julio Robles, Juan Carlos Say, Julio Pérez, Jorge Zaldaña y a la Banda Invisible.

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

Que nunca me deja solo y me da fuerzas y sabiduría para seguir recorriendo la senda de mi vida.

MIS PADRES

Carlos Gregorio y María Consuelo, quienes nunca dudaron en proporcionarme el apoyo con su amor y cariño sin dimensión alguna. Este sueño es de ustedes.

MIS HERMANOS

Ubaldo y Gaby, porque son parte fundamental para alcanzar esta meta. En especial a Ubaldo, porque más que un hermano ha sido el amigo que me apoya siempre sin condición alguna.

MIS TÍOS

Julio César y Aury, quienes me han dado un gran ejemplo de lucha y perseverancia con base a los caminos de Dios.

MIS ABUELOS

Fidelia Xicará, gracias por su amor, cariño y porque siempre estoy en sus oraciones y su corazón. Víctor Boj (E.P.D.) sé que hoy usted está muy alegre como lo estoy yo también.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII

1. DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS ACTUALES

1.1. Infraestructura o edificios	1
1.1.1. Caracterización de cargas eléctricas	1
1.1.2. Estado actual y dimensionamiento de conductores	9
1.1.2.1. Identificación del elemento	9
1.1.2.2. Estado físico del elemento	9
1.1.2.3. Chequeo resultante	9
1.1.2.4. Métodos utilizados	10
1.1.2.5. Resistencia de aislamiento	10
1.1.2.6. Planificación	11
1.1.2.7. Capacidad, calibres, área y tipo de conductores eléctricos	12
1.1.3. Tuberías	14
1.1.4. Protección	16
1.1.4.1. Prueba de disparo	17
1.1.4.2. Capacidad de cortocircuito	20
1.1.4.3. Corriente nominal	21

1.1.5. Tableros	22
1.1.5.1. Condición actual	23
1.2. Análisis de redes	26
1.2.1. Corrientes	26
1.2.2. Voltajes	29
1.2.3. Factor de potencia	32
1.2.4. Potencia	35
1.2.4.1. Potencia activa	35
1.2.4.2. Potencia reactiva	38
1.2.4.3. Potencia aparente	41
1.2.5. Factor K	44
1.2.6. Análisis de armónicos	45
1.2.6.1. Distorsión armónica THDV	46
1.2.6.2. Distorsión armónica THDI	48
1.2.7. Desbalances	49
1.3. Red de tierras	50
1.3.1. Condición actual	51
1.3.2. Medición y comprobación si es útil o no	51
1.4. Pararrayos	52
1.4.1. Condición actual	53
1.5. Iluminación	53
1.5.1. Revisión visual	53
1.5.2. Características de las luminarias	54
1.5.3. Iluminación en áreas de parqueo	54
1.5.4. Medición de nivel de iluminación	55
1.6. Instalaciones especiales	57
1.6.1. Equipo electrónico sensible y crítico	57

2. DIAGRAMAS UNIFILARES	
2.1. Diagrama unifilar de la red eléctrica general	59
2.2. Diagrama unifilar de la sub red eléctrica	60
3. ANÁLISIS TEÓRICO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS ACTUALES	
3.1. Cálculo de conductores	69
3.1.1. Cálculo por caída de tensión	69
3.1.2. Cálculo por capacidad de conducción de corriente	70
3.2. Cálculo de tuberías	77
3.3. Cálculo de lúmenes	81
3.3.1. Iluminación de interiores	81
3.3.2. Iluminación en áreas de parqueo	84
3.4. Diseño de red de tierras	86
3.5. Cálculo de pararrayos	89
3.6. Cálculo de conexión de equipo especial	93
3.6.1. Cálculo de cortocircuito	94
4. COMPARACIÓN DE RESULTADOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LOS EDIFICIOS	
4.1. Comparación del edificio M-90	99
4.1.1. Comparación conductores edificio M-90	99
4.1.2. Comparación tuberías edificio M-90	101
4.1.3. Comparación niveles de iluminación edificio M-90	102
4.1.4. Comparación red de tierras y pararrayos edificio M-90	103
4.2. Comparación del edificio M-D	104
4.2.1. Comparación conductores edificio M-D	104
4.2.2. Comparación tuberías edificio M-D	107
4.2.3. Comparación niveles de iluminación edificio M-D	108

4.2.4. Comparación red de tierras y pararrayos edificio M-D	109
4.2.5. Resumen de los problemas identificados	109
5. CUÁNTO CUESTA LA SOLUCIÓN DE LOS PROBLEMAS	
5.1. Cuánto vale el tiempo de recuperación	115
6. IMPACTO TÉCNICO RECÍPROCO DE LAS INSTALACIONES DE LOS EDIFICIOS M-90 Y M-D DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE A LA RED DE DISTRIBUCIÓN	
6.1. Incidencias a resguardar por el usuario	117
7. EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE AL MERCADO MAYORISTA	
7.1. Porque el Centro Universitario de Occidente no puede participar en el Mercado Mayorista	122
CONCLUSIONES	123
RECOMENDACIONES	125
BIBLIOGRAFÍA	127
APÉNDICE	129

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Curva de demanda diaria de potencia activa edificio M-90	3
2. Curva de demanda diaria de potencia reactiva edificio M-90	3
3. Curva de demanda diaria de potencia activa edificio M-D	6
4. Curva de demanda diaria de potencia reactiva edificio M-D	6
5. Configuración normal de tablero de distribución	18
6. Configuración para prueba de sobrecorriente	18
7. Configuración para prueba de cortocircuito	19
8. Corrientes versus tiempo edificio M-90	27
9. Corrientes versus tiempo edificio M-D	28
10. Voltajes versus tiempo edificio M-90	30
11. Voltajes versus tiempo edificio M-D	31
12. Factor de potencia versus tiempo edificio M-90	32
13. Factor de potencia versus tiempo edificio M-D	34
14. Potencia activa versus tiempo edificio M-90	36
15. Potencia activa versus tiempo edificio M-D	37
16. Potencia reactiva versus tiempo M-90	39
17. Potencia reactiva versus tiempo M-D	40
18. Potencia aparente versus tiempo M-90	42
19. Potencia aparente versus tiempo M-D	43
20. Diagrama unifilar red interna CUNOC	60
21. Diagrama unifilar acometida edificio M-90	61
22. Diagrama unifilar distribución primer nivel edificio M-90	62
23. Diagrama unifilar distribución segundo nivel edificio M-90	63

24. Diagrama unifilar acometida edificio M-D	69
25. Diagrama unifilar distribución tablero primer nivel edificio M-D	65
26. Diagrama unifilar distribución tablero segundo nivel edificio M-D	66
27. Diagrama unifilar distribución tablero tercer nivel edificio M-D	67
28. Diagrama unifilar tablero auxiliar edificio M-D	68
29. Porcentaje ideal de ventilación de conductores	79
30. Dimensiones del local	82
31. Número de luminarias y nivel de iluminación salón 209	84
32. Distribución de luminarias en áreas de parqueo	86
33. Conexión de neutro y tierra en tablero principal	88
34. Área de cobertura de un pararrayo piezoeléctrico	91
35. Conexión de pararrayos con la red de tierras	93
36. Diagrama unifilar CUNOC	94
37. Diagrama de reactancias y resistencias	96
38. Diagrama reducido	97
39. Impedancia equivalente de cortocircuito	97

TABLAS

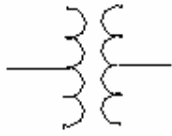
I. Valores de resistencia de aislamiento recomendados para conductores	10
II. Característica de conductores principales edificio M-90	12
III. Característica de conductores secundarios edificio M-90	13
IV. Característica de conductores principales edificio M-D	13
V. Característica de conductores secundarios edificio M-D	14
VI. Característica de conductores en tablero auxiliar	14

VII. Rangos de interrupción de cortocircuito edificio M-90	20
VIII. Rangos de interrupción de cortocircuito edificio M-D	21
IX. Valores de corriente nominal de los interruptores edificio M-90	21
X. Valores de corriente nominal de los interruptores edificio M-D	22
XI. Desbalance de tensión en porcentaje, según las NSTD	50
XII. Niveles de iluminación edificio M-90	55
XIII. Niveles de iluminación edificio M-D	56
XIV. Cálculo de conductores primer nivel edificio M-90	72
XV. Cálculo de conductores segundo nivel edificio M-90	73
XVI. Cálculo de conductores acometida edificio M-90	73
XVII. Cálculo de conductores primer nivel edificio M-D	74
XVIII. Cálculo de conductores segundo nivel edificio M-D	75
XIX. Cálculo de conductores tercer nivel edificio M-D	76
XX. Cálculo de conductores acometida edificio M-D	76
XXI. Área de conductores en canaleta edificio M-90	77
XXII. Área de conductores en canaleta edificio M-D	78
XXIII. Cantidad de conductores por tubería	80
XXIV. Nivel estándar de reflexión de los colores	81
XXV. Determinación del coeficiente de utilización	83
XXVI. Comparación conductores primer nivel edificio M-90	99
XXVII. Comparación conductores segundo nivel edificio M-90	100
XXVIII. Comparación conductores principales edificio M-90	101
XXIX. Comparación de niveles de iluminación edificio M-90	102
XXX. Comparación de conductores primer nivel edificio M-D	104
XXXI. Comparación de conductores segundo nivel edificio M-D	105
XXXII. Comparación de conductores tercer nivel edificio M-D	106
XXXIII. Comparación de conductores tablero auxiliar	106
XXXIV. Comparación conductores principales edificio M-D	107
XXXV. Comparación de niveles de iluminación edificio M-D	108

XXXVI. Costo de materiales primer nivel edificio M-90	111
XXXVII. Costo de materiales segundo nivel edificio M-90	112
XXXVIII. Costo de materiales parqueo edificio M-90	112
XXXIX. Costo de materiales varios edificio M-90	112
XL. Costo de materiales primer nivel edificio M-D	113
XLI. Costo de materiales segundo nivel edificio M-D	113
XLII. Costo de materiales tercer nivel edificio M-D	114
XLIII. Costo de materiales parqueo edificio M-D	114
XLIV. Costo de materiales varios edificio M-D	114

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
$\Omega\text{-m}$	Ohmios por metro
ρ	Resistividad del suelo
AWG	<i>American Wire Gage</i> , calibre americano para conductores
Hz	Ciclos por segundo
KVAR	Kilo voltamperes reactivos
KVA	Kilo voltamperes aparentes
MCM	Mil circular mil
THD	Total Harmonic Distortion, distorsión armónica total
THHN	Aislante de PVC con cubierta de nylon resistente a la humedad y a la abrasión
THW	Aislante de PVC resistente a la humedad



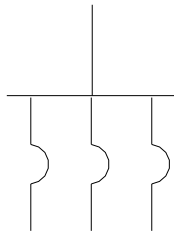
Banco de transformadores



Interruptor termomagnético



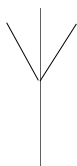
Interruptor tipo fusible



Tablero eléctrico



Resistencia o reactancia



Pararrayos piezoeléctrico

GLOSARIO

Aislante	Un material aislante es aquel que, debido a que los electrones de sus átomos están, fuertemente, unidos a sus núcleos, prácticamente, no permite sus desplazamientos y, por lo tanto, tampoco el paso de la corriente eléctrica cuando se aplica una diferencia de tensión entre dos puntos del mismo.
Alimentadores	Todos los conductores de un circuito entre el equipo de acometida, la fuente de un sistema derivado independiente u otra fuente de suministro de energía eléctrica y el dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito ramal principal.
AMM	Administrador Mercado Mayorista.
ANSI	Instituto Americano de Normas y Estándares.
CNEE	Comisión Nacional de Energía Eléctrica.
Carga Instalada	Suma de la capacidad nominal de todo el equipo eléctrico que se conecta a la acometida de la Empresa Eléctrica que proporciona el servicio.
Capacidad	Pronóstico de una cantidad que se tiene y/o debe soportar.

Calibre	Área de sección transversal de un conductor dado.
Circuito	Combinación de varios elementos unidos en puntos terminales que ofrecen cuando menos una trayectoria cerrada a través de la cual puede fluir corriente.
CUNOC	Centro Universitario de Occidente.
Dimensionamiento	Especificación en una medida específica.
EEGSA	Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A.
EEMQ	Empresa Eléctrica Municipal de Quetzaltenango.
IEEE	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.
Potencia	Producto del voltaje aplicado y la corriente resultante.
Falla	Finalización de la capacidad que tiene un elemento del sistema para desempeñar, adecuadamente, su función.
NEC	Código Eléctrico Nacional de los Estados Unidos de América.
Tripped ó Disparado	Acción de disparo del interruptor termomagnético al colocar la manecilla en la posición de disparo. Posición intermedia de la palanca indica que se ha producido un disparo.

RESUMEN

Realizar una evaluación del estado físico de los elementos que componen la instalación eléctrica en el Centro Universitario de Occidente es importante, ya que, permite conocer y obtener un diagnóstico práctico para tomar decisiones orientadas a definir acciones correctivas, preventivas y de mejoras en las instalaciones completas, las cuales comprenden: conductores, tableros, luminarias, redes de tierras y a la vez evaluar la calidad de energía suministrada.

Se determinó si las instalaciones cumplen con las normas eléctricas nacionales de la CNEE e internacionales. También, se hizo un análisis teórico de las instalaciones eléctricas, para después comparar los resultados con los datos prácticos obtenidos.

Se hizo un recuento de daños que el tiempo a hecho en ambos edificios y se proponen algunas soluciones haciendo un listado de materiales a reemplazar y sus costos, todo esto reveló que no existe en vigencia un verdadero plan de mantenimiento tanto preventivo como correctivo.

Finalmente, se analizó el impacto técnico recíproco de las instalaciones del Centro Universitario de Occidente y la red de distribución, también, se evaluó la incorporación al Mercado Mayorista.

OBJETIVOS

- **General**

Efectuar un minucioso análisis y evaluación del estado actual de las instalaciones eléctricas de los edificios M-90 y M-D que conforman el Centro Universitario de Occidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

- **Específicos**

1. Determinar la condición actual que presentan los dispositivos y materiales que conforman la red eléctrica interna del Centro Universitario de Occidente.
2. Determinar mediante mediciones con equipo especial, la calidad de energía que se está recibiendo en las instalaciones eléctricas por parte de la Empresa Eléctrica Municipal de Quetzaltenango.
3. Determinar en base a estudios teóricos, la condición y dimensión de los elementos actuales.
4. Elaborar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones eléctricas de iluminación y fuerza.
5. Evaluar las posibilidades de incorporación del CUNOC al Mercado Mayorista en calidad de Gran Usuario.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se encontrará un estudio de evaluación técnico-económica del estado físico de los elementos que componen las instalaciones eléctricas de los edificios M-90 y M-D del Centro Universitario de Occidente. También, se presenta el análisis de la información obtenida y relacionada con las instalaciones eléctricas. A la vez, se indica como esta distribuida la energía eléctrica en los edificios antes mencionados y que, con el pasar de los años, ha sufrido deterioro y degradación en sus elementos debido al aumento de la carga eléctrica.

Por tal motivo, se presenta en este trabajo de EPS, un estudio que incluye reporte de las inspecciones visuales, mediciones y cálculos para obtener un diagnóstico del estado actual de sus elementos.

En este documento se encontrará una propuesta del Plan de Acción orientado a lograr que las instalaciones eléctricas del CUNOC sean confiables, seguras y garanticen la continuidad del servicio eléctrico, así, también, se determina la calidad de energía que se recibe del distribuidor y se determina si cumple con los índices de calidad mínimos establecidos por la CNEE.

Se presentan los resultados de las evaluaciones e inspecciones para determinar de manera comparativa los factores prácticos con los teóricos.

1. DIAGNÓSTICO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS ACTUALES

1.1. Infraestructura o edificios

Los edificios M-90 y M-D forman parte de la infraestructura que integra el Centro Universitario de Occidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala, los objetivos de diseño en el tiempo de su construcción tomaron como objetivo brindar los servicios básicos (luz y fuerza) a la aulas internas de los mismos. El edificio M-90 brinda servicio a la carrera de Humanidades, mientras que el edificio M-D lo hace con las carreras de Ciencias Jurídicas y Sociales, Agronomía y los primeros años de Ciencias Medicas.

En el edificio M-90, el primer nivel esta conformado por aulas magistrales y en su lado norte se encuentra el Aula Magna (auditorio), mientras que en el segundo nivel, también se encuentran aulas magistrales y en el lado sur, pequeñas oficinas de las diferentes escuelas (trabajo social, pedagogía, psicología), así como diecinueve cubículos pequeños destinados a los docentes en el lado norte y sur.

En el edificio M-D, el primer nivel lo conforman aulas magistrales solamente, en el segundo nivel se encuentra la biblioteca general en el lado norte, así como aulas magistrales, en el tercer nivel se encuentran aulas y un pequeño y reciente laboratorio de computación.

1.1.1. Caracterización de cargas eléctricas

La mayoría de carga eléctrica que prevalece instalada en ambos edificios es la del tipo inductivo, de la cual destaca el dominio de la iluminación fluorescente. En el edificio M-90 el equipo electrónico es mínimo, pues se cuenta con dos fotocopiadoras de piso y diez computadoras y algunos aparatos eléctricos y electrónicos de carga mínima (tres radios, dos percoladores, cinco impresoras), que representan un aproximado de 8 kWh/mes de energía consumida.

En el edificio M-D, también domina la carga del tipo inductivo, esto debido a que la carga predominante es la iluminación fluorescente; sumando a estas, dos motores de 2 HP (bombas de agua), veinticinco computadoras (seis en laboratorio de agronomía, ocho en biblioteca y el resto distribuido en las oficinas), cinco radios, cuatro percoladores y nueve impresoras, que representan un aproximado de 12.74 kWh/mes de energía consumida.

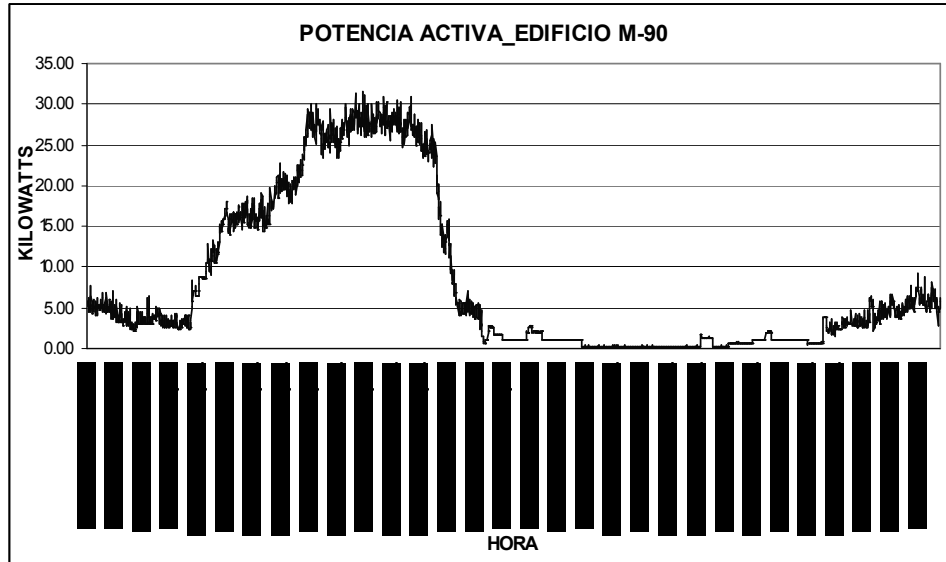
Las cargas del tipo resistivo puro, son nulas en ambos edificios, dado que siempre se conjugan las cargas resistiva-inductivas.

En las tablas A-1 y A2 se muestra el listado de circuitos y carga instalada del edificio M-90, mientras que en las tablas A3, A4 y A5 se muestra el listado de circuitos y carga instalada del edificio M-D; todas las tablas son mostradas en el apéndice A.

En las siguientes figuras se muestra el comportamiento de la potencia resistiva y la potencia inductiva total de ambos edificios.

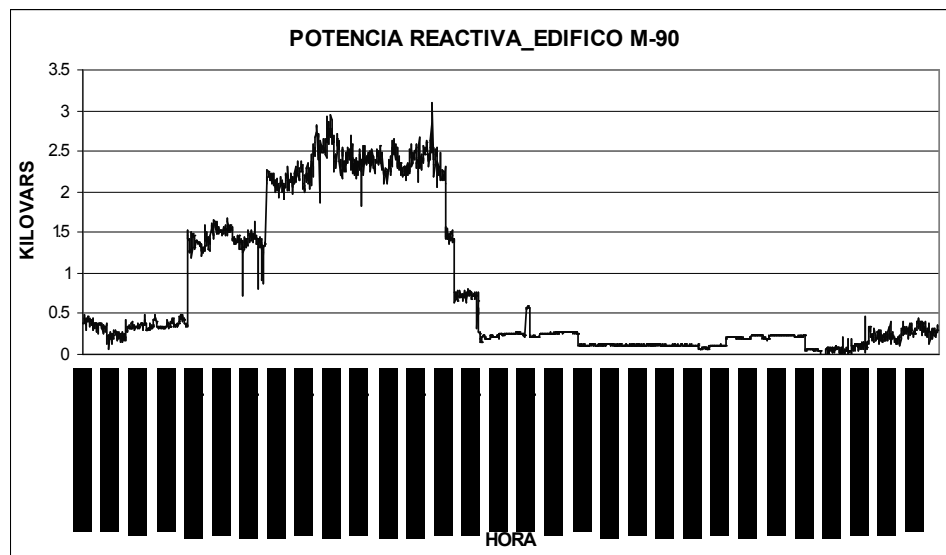
- Edificio M-90

Figura 1. Curva de demanda diaria e instantánea de potencia activa del edificio M-90



Datos de los días 23 y 24 de enero del 2006

Figura 2. Curva de demanda diaria e instantánea de potencia reactiva del edificio M-D



Datos de los días 23 y 24 de enero del 2006

Las características de la carga para el edificio M-90 se presentan a continuación. El medidor utilizado para obtener dichos datos es el DM-II Wiew Pro 2.2 de marca Amprobe.

- Factor de potencia promedio: 0.98 (atraso)
- Carga instalada: 60.92 kVA
- Energía consumida durante el día: 199.11 Kwh
- Demanda máxima: 31.58 Kw

Por lo tanto, la demanda promedio consumida por el edificio es calculada con la siguiente ecuación:

$$D_{prom} = \frac{\text{Energía consumida en el período}}{\text{No. de horas del período}}$$

$$D_{prom} = \frac{119.11 \text{ kWh}}{24 \text{ h}} = 4.96 \text{ Kw}$$

El factor de carga se calcula con la siguiente ecuación:

$$F_c = \frac{D_{prom}}{D_{max}}$$

Donde:

D_{prom}: demanda promedio

D_{max}: demanda máxima

$$F_c = \frac{4.96 \text{ Kw}}{31.58 \text{ Kw}} = 0.157$$

El factor de carga indica básicamente el grado en que el pico de carga se sostiene durante el periodo de análisis. Una carga constante durante un periodo tendrá un factor de carga de 1.0.

El resultado de calcular el factor de demanda para el edificio M-90, muestra que el uso de la carga estudiada no es nada uniforme, esto se puede visualizar claramente en la gráfica de demanda de potencia activa, dado que el período de mayor demanda es entre las 14:00 y 21:15 horas, ver figura 1.

Mientras que el factor de pérdidas se calcula con la siguiente ecuación:

$$Fp = \frac{\sum_0^{24} Phr^2}{24 * Dmax^2} * 100$$

Donde:

Phr: demanda por unidad de tiempo

Dmax: demanda máxima

$$Fp = \frac{8,338.84W}{24hrs * 31.58kW^2} * 100\% = 34.84\%$$

El desperdicio de energía es considerable, esto es debido a que la carga es muy irregular y variable en el período de tiempo, esto puede verse en la gráfica de potencia activa, figura 1.

- Edificio M-D

Figura 3. Curva de demanda diaria e instantánea de potencia activa del edificio M-D

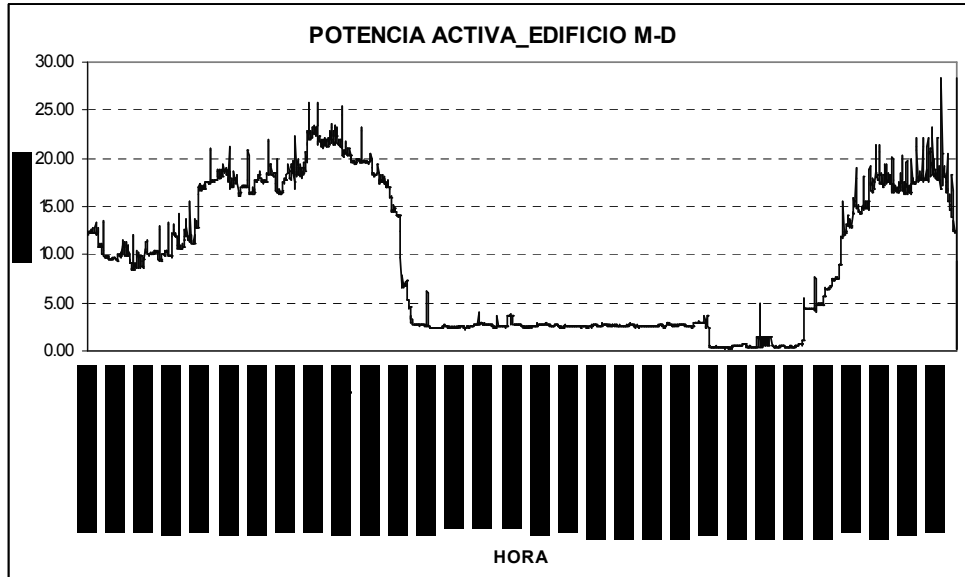
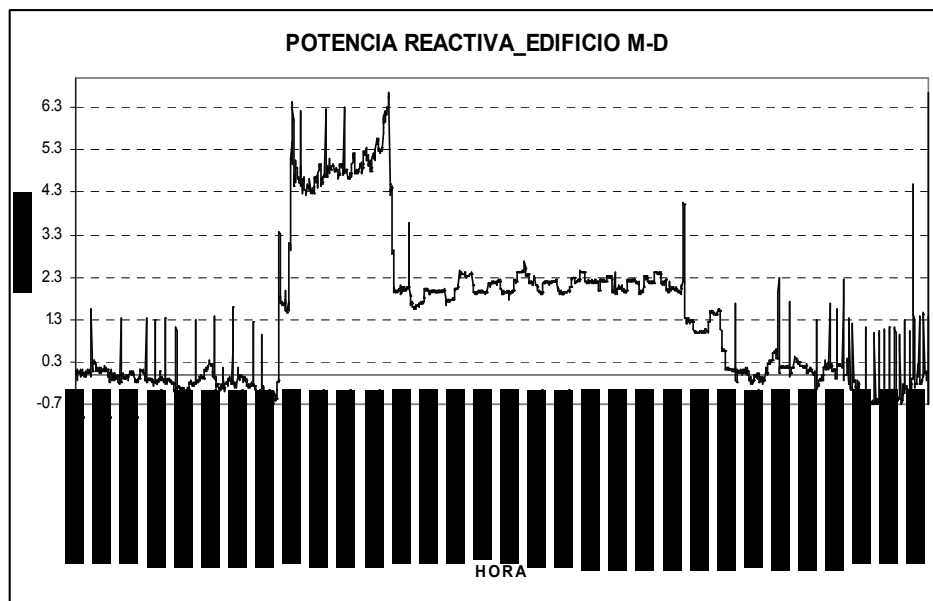


Figura 4. Curva de demanda diaria e instantánea de potencia reactiva del edificio M-D



Las características de la carga para este edificio M-D se presentan a continuación. El medidor utilizado para obtener dichos datos es el DM-II Wiew Pro 2.2 de marca Amprobe.

- Factor de potencia promedio: 0.90 (atraso)
- Carga instalada: 89.72 kVA
- Energía consumida durante el día: 205.94 kWh
- Demanda máxima: 28.309 Kw

Por lo tanto, la demanda promedio consumida por el edificio es calculada con la siguiente ecuación:

$$D_{prom} = \frac{\text{Energía consumida en el período}}{\text{No. horas del período}}$$

$$D_{prom} = \frac{205.94 \text{ kWh}}{24 \text{ hrs}} = 8.58 \text{ kW}$$

El factor de carga se calcula con la siguiente ecuación:

$$F_c = \frac{D_{prom}}{D_{max}}$$

Donde:

D_{prom}: demanda promedio

D_{max}: demanda máxima

$$F_c = \frac{8.58 \text{ kW}}{28.31 \text{ kW}} = 0.303$$

El resultado de calcular el factor de carga para el edificio M-D, muestra que el uso de la carga estudiada es más regular que la del edificio M-90, esto puede visualizarse claramente en la gráfica de demanda de potencia activa, dado que el período de mayor demanda está entre las 08:30 y 20:40 horas, ver figura 3.

Mientras que el factor de pérdidas se calcula con la siguiente ecuación:

$$Fp = \frac{\sum_0^{24} P_{hr}^2}{24 * D_{max}^2} * 100$$

Donde:

Phr: demanda por unidad de tiempo

Dmax: demanda máxima

$$Fp = \frac{8261.23W}{24hrs * 28.309kW^2} * 100\% = 41.59\%$$

El desperdicio de energía es considerable, esto debido a que la carga es muy irregular y variable, esto puede verse en la gráfica de potencia activa, figura 3, lo que indica que los dispositivos de las cargas no funcionan con regularidad alguna.

1.1.2. Estado actual y dimensionamiento de conductores

Se utilizaron los siguientes criterios de inspección para establecer el estado actual de los conductores eléctricos en los edificios M-90 y M-D. Debe mencionarse que la prueba se hizo solamente a los conductores que alimentan el tablero principal de cada edificio.

1.1.2.1. Identificación del elemento

Edificio M-90: conductores que alimentan el tablero principal.

Edificio M-D: conductores que alimentan el tablero principal.

1.1.2.2. Estado físico del elemento

Edificio M-90: los conductores presentan un excelente estado físico, no presentan carbonización en sus extremos ni quebraduras.

Edificio M-D: los conductores empiezan a presentar carbonización del aislante en sus extremos o bornes.

1.1.2.3. Chequeo resultante

Edificio M-90: los conductores están en excelentes condiciones, no hace falta redimensionar o cambiar.

Edificio M-D: los conductores están subdimensionados, por lo que se debe aumentar el calibre de los mismos, ver calibre sugerido en la tabla XIX del capítulo 3, página 76.

1.1.2.4. Medios utilizados

Edificio M-90: se utilizó la inspección visual en el tablero principal.

Edificio M-D: se utilizó la inspección visual en el tablero principal.

1.1.2.5. Resistencia de aislamiento

Esta prueba pretende determinar la capacidad que tiene el aislamiento actual que recubre dichos conductores de oponerse al flujo o recorrido de corrientes de fuga cuando se aplica un voltaje entre partes vivas y partes aterrizadas a tierra.

La tabla I, muestra los valores permitidos y recomendados de resistencia de aislamiento para conductores de baja tensión, valores normados y publicados en el NEC 99.

Tabla I. Valores de resistencia de aislamiento recomendados para conductores

Tensión Nominal del Circuito	Tensión de Prueba VDC	Valor Mínimo de aislamiento MΩ
Circuitos de Protección o Control de Reducida Tensión	250	0.25
Tensión Nominal menor de 500 V AC	500	0.50
Tensión Nominal mayor de 500 V AC	1000	1.00

Fuente: National Electric Code, NEC-99.

1.1.2.6. Planificación

La prueba se realizó en un día no hábil que permitiera desconectar todos los circuitos de ambos edificios sin influir en las actividades regulares. El procedimiento para realizar esta prueba, se describe en el artículo “Conductores Eléctricos” publicado por Procobre de Perú, el cual procede así:

Primero: desconectar el interruptor principal de la instalación (sin tensión).

Segundo: retirar toda carga conectada a dicho interruptor.

Tercero: se hace circular una tensión DC de 500 voltios generada por el Megger de Aislamiento, en el conductor en prueba.

La prueba se hizo entre conductores activos (fases y neutro); la comparación entre valores obtenidos y permitidos se presentan a continuación:

	Valor obtenido (MΩ)	Valor recomendado (MΩ)
Edificio M-90	0.98	0.50
Edificio M-D	0.61	0.50

Observaciones:

Los conductores principales que alimentan el tablero principal del edificio M-D arrojan valores muy cercanos al límite permitido, ver tabla I, y empiezan a indicar deterioro del aislamiento en sus terminales, se hace preciso su reemplazo por un calibre de mayor capacidad (ver calibre recomendado en el cálculo teórico, capítulo 3, página 76), mientras que las propiedades de aislamiento de los conductores del edificio M-90 están en perfectas condiciones.

1.1.2.7. Capacidad, calibres, área y tipo de conductores eléctricos

Para determinar el área y capacidad de conducción de corriente de los diversos conductores utilizados en ambos edificios, se hace uso de una tabla mostrada en la tabla A-6 del apéndice A, en donde se presentan los valores nominales según el calibre y tipo de aislante del conductor.

Se tomarán como conductores principales los que alimentan el tablero general de cada edificio y los que alimentan el tablero de cada nivel, mientras que se tomarán como conductores secundarios a los que alimentan cada uno de los circuitos de iluminación y fuerza.

Todas las capacidades de conducción son referidas a conductores en ducto y una temperatura de operación de 90°C (194°F).

- **Edificio M-90**

Tabla II. Características de conductores principales edificio M-90

	Calibre	Área (mm ²)	Tipo	Capacidad de conducción (en amperios)
Conductores tablero general del edificio	3/0 AWG	85	THHN	225
Conductores principales tablero primer nivel	4 AWG	21.2	THW	95
Conductores principales tablero segundo nivel	2 AWG	33.6	THW	130

Todos los conductores mencionados anteriormente no presentan señales de fractura, quemadura ó deterioro de su aislamiento.

Tabla III. Características de conductores secundarios edificio M-90

Circuito	Tipo Conductor	Calibre (AWG)	Área (mm ²)	Capacidad de Conducción (en amperios)
Tablero Secundario Primer Nivel				
A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K M,N,O,P,Q,R,S,T,a,b,d,e	THW	12	3.31	25
L	THW	10	5.26	35
c	THW	8	8.37	50
Tablero Secundario Segundo Nivel				
A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K M,N,O,R,S,T,U,V,W,X,Y Z,a,b,d,e,f,g,h,o	THW	12	3.31	25
L,Q	THW	10	5.26	35
j	THW	8	8.37	50

Todos los conductores mencionados anteriormente no presentan señales de fractura, quemadura ó deterioro de su aislamiento, solo presencia de polvo.

- **Edificio M-D**

Tabla IV. Características de conductores principales edificio M-D

	Calibre	Área (mm ²)	Tipo	Capacidad de conducción (en amperios)
Conductores tablero general del edificio	250 MCM	126.7	THHN	290
Conductores principales tablero primer nivel	4 AWG	21.2	THW	95
Conductores principales tablero segundo nivel	2 AWG	33.6	THW	130
Conductores principales tablero tercer nivel	4 AWG	21.2	THW	95

Los conductores que alimentan el tablero general del edificio presentan indicios de carbonización y deterioro del aislante en sus terminales, todos los demás conductores mencionados no presentan señales de fractura, quemadura ó deterioro de su aislamiento.

Tabla V. Características de conductores secundarios edificio M-D

Circuito	Tipo Conductor	Calibre (AWG)	Área (mm ²)	Capacidad de Conducción (en amperios)
Tablero Secundario Primer Nivel				
A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L M,N,O,P,Q,R,a,b,c,d,e,f,g,h	THW	12	3.31	25
j	THW	6	13.3	65
Tablero Secundario Segundo Nivel				
A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L M,N,O,P,a,b,c,d,e,f,g	THW	12	3.31	25
Tablero Secundario Tercer Nivel				
A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L M,N,O,P,Q,R,S,a,b,c,d,e f,g,h,i,j,k	THW	12	3.31	25

Todos los conductores mencionados anteriormente no presentan señales de fractura, quemadura ó deterioro de su aislamiento.

Tabla VI. Características de conductores en tablero auxiliar

Circuito	Tipo Conductor	Calibre (AWG)	Área (mm ²)	Capacidad de Conducción (en amperios)
Tablero Auxiliar (agronomía)				
A,B	THW	10	5.26	35

Todos los conductores mencionados anteriormente no presentan señales de fractura, quemadura ó deterioro de su aislamiento.

1.1.3. Tuberías

Tanto el edificio M-90 como el edificio M-D cuentan con un sistema básico y sencillo de canalización de sus conductores eléctricos, utilizando tubería clásica en instalaciones eléctricas como lo son: tubo conduit, conduit galvanizado, poliducto y PVC eléctrico de diferentes diámetros.

- **Edificio M-90**

La tubería que conduce los conductores del tablero e interruptor principal, es de Conduit Galvanizado, de dos pulgadas y media de diámetro ($2\frac{1}{2}$ ") y se conduce bajo tierra (subterráneo).

La conexión entre el tablero principal y tableros secundarios de ambos niveles se hace con tubería tipo poliducto de dos pulgadas de diámetro (2 ") empotrada en muro.

Las canalizaciones a las diferentes aulas, oficinas y otros servicios en ambos niveles, parten de un distribuidor general, formado por una canaleta cuadrada de cuatro pulgadas (4 ") de lado la cual parte del tablero de distribución secundario de cada piso y recorre el nivel formando un anillo sobre el pasillo del mismo. Este tipo de canalización consiste en canales de lámina pintada de gris, de sección cuadrada con tapadera atornillada. Este tipo de canalización presenta la ventaja en la facilidad de alambrado y una mayor eficiencia de conducción de conductores, ya que posee una mejor disipación de calor.

La canalización para el sistema de fuerza (tomacorrientes) se hace por medio de tubería tipo poliducto empotrada en pared de media pulgada ($\frac{1}{2}$ "). Se utiliza esta medida de tubería, dado que conducen solo dos conductores por bajada.

- **Edificio M-D**

La tubería que conduce los conductores del tablero e interruptor principal, es de Conduit Galvanizado, de dos pulgadas y media de diámetro ($2\frac{1}{2}$ ") y se conduce bajo tierra (subterráneo).

La conexión entre el tablero principal y tableros secundarios de todos los niveles se hace con tubería tipo poliducto de pulgada y media de diámetro ($1\frac{1}{2}$ ") empotrada en muro.

Las canalizaciones a las diferentes aulas, oficinas y otros servicios en ambos niveles, parten de un distribuidor general, formado por una canaleta cuadrada de cuatro pulgadas (4 ") de lado la cual parte del tablero de distribución secundario de cada piso y recorre el nivel formando un anillo sobre el pasillo del mismo al igual que en el edificio M-90.

La canalización para el sistema de fuerza (tomacorrientes) se hace por medio de tubería tipo poliducto empotrada en pared de media pulgada ($\frac{1}{2}$ "). Se utiliza esta medida de tubería, dado que conducen solo dos conductores por bajada.

1.1.4. Protección

El único tipo de protección con que cuentan las instalaciones eléctricas de ambos edificios, son los interruptores termomagnéticos instalados en los diferentes tableros que conforman la instalación; estos interruptores están diseñados para abrir el circuito en forma automática cuando ocurre una sobrecarga o cortocircuito. Los interruptores en los tableros secundarios están

respaldados por un interruptor principal ubicado en el tablero de distribución principal, existiendo uno para cada tablero secundario. Los interruptores utilizados en los diferentes tableros se describieron anteriormente en la sección de tableros del presente capítulo.

Toda instalación eléctrica tiene que estar dotada de una serie de protecciones que la hagan segura, tanto desde el punto de vista de los conductores y los aparatos a ellos conectados, como de las personas que han de trabajar con ella.

Existen muchos tipos de protecciones que pueden hacer a una instalación eléctrica completamente segura ante cualquier contingencia, pero hay **dos** que deben usarse en todo tipo de instalación: de alumbrado, domésticas, de fuerza, redes de distribución, circuitos auxiliares, etc.

Estos dos tipos de protecciones eléctricas son:

- Protección contra sobrecargas
- Protección contra cortocircuitos

1.1.4.1. Prueba de disparo

- **Prueba experimental de disparo por sobrecorriente**

Se hizo ésta prueba únicamente con los interruptores termomagnéticos de baja corriente nominal y designados a la alimentación de circuitos de iluminación, esta prueba se hizo en todos los edificios. Dicha prueba consistió en escoger aleatoriamente un interruptor y con este alimentar de energía eléctrica cuatro circuitos diferentes, como lo muestra la figura 6.

Figura 5. Configuración normal de tablero de distribución

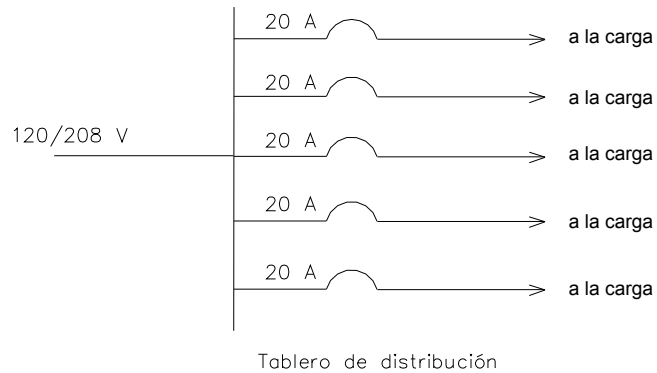
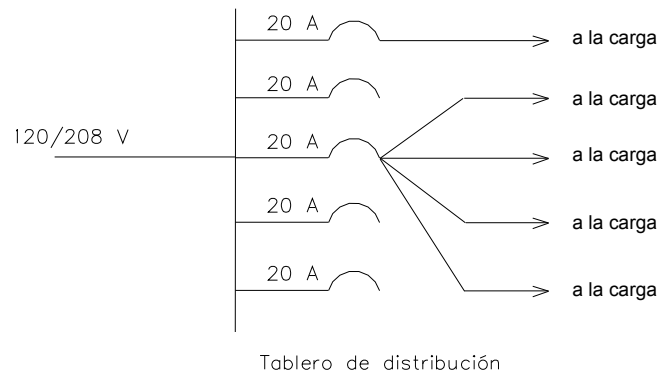


Figura 6. Configuración para prueba de sobrecorriente



Se alimentó con un solo interruptor con capacidad nominal de 20 amperios la carga designada de tres interruptores más, o sea, tenía instalada una carga cuatro veces mayor que la diseñada.

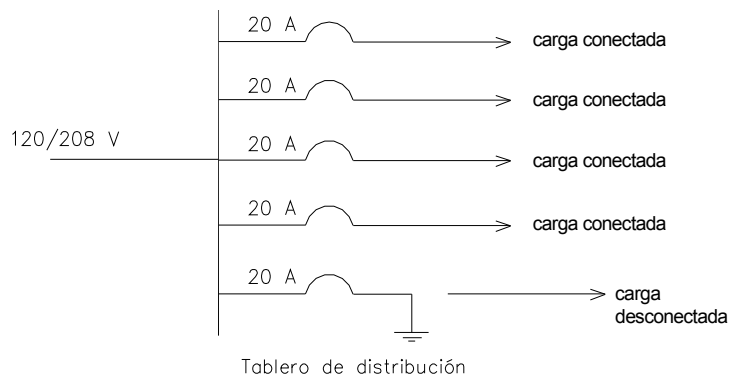
En cuestión de medio minuto el interruptor comenzó a presentar elevación de temperatura en todo su contorno y 4.28 minutos después se disparó debido a la sobrecarga que se le instaló. Esto indicó que el dispositivo bimetálico-térmico del interruptor cumplió su función de diseño a cabalidad.

- **Prueba experimental de disparo por cortocircuito**

Se hizo ésta prueba con un sólo interruptor de baja corriente nominal y designado a la alimentación de circuito de fuerza, esta prueba se hizo en ambos edificios. Dicha prueba consistió en escoger aleatoriamente un interruptor y simular en él una falla a tierra, provocando un cortocircuito como lo muestra la figura 7.

Se desconecto previamente la carga instalada para evitar daños a la misma.

Figura 7. Configuración para prueba de cortocircuito



Inmediatamente el interruptor pasó a su posición de disparado (*tripped*), o sea posición intermedia de la palanca. Esto indico que la bobina magnética del interruptor cumplió su función de diseño a cabalidad.

1.1.4.2. Capacidad de cortocircuito

Todo interruptor termomagnético se caracteriza por contar con un rango de respuesta ante eventuales corrientes de cortocircuito de falla. Es una característica normada y ofrecida por la marca manufacturera.

Para instalaciones de bajo voltaje el nivel estándar de protección y disparo es de 10 kA.

Las capacidades de cortocircuito de los interruptores termomagnéticos de cada edificio se indican a continuación:

- **Edificio M-90**

Tabla VII. Rangos de interrupción de cortocircuito edificio M-90

	Voltaje de Operación (en voltios)	Rango de Interrupción de Corriente de Falla (en kA)	Tipo	Marca Manufacturera
Interruptor Principal	120/240	20	NFJ	Federal Pacific Electric
Interruptor Principal Tablero Primer Nivel	120/240	10	NDF	Federal Pacific Electric
Interruptor Principal Tablero Segundo Nivel	120/240	10	NDF	Federal Pacific Electric
Interruptores Tableros Secundarios (circuitos luz y fuerza)	120/240	10	NDF	Federal Pacific Electric

- Edificio M-D

Tabla VIII. Rangos de interrupción de cortocircuito edificio M-D

	Voltaje de Operación (en voltios)	Rango de Interrupción de Corriente de Falla (en kA)	Tipo	Marca Manufacturera
Interruptor Principal	120/240	10	Fusibles Tipo K	Cutler Hammer
Interruptor Principal Tablero Primer Nivel	120/240	10	THQL	General Electric
Interruptor Principal Tablero Segundo Nivel	120/240	10	THQL	General Electric
Interruptor Principal Tablero Tercer Nivel	120/240	10	THQL	General Electric
Interruptores Tableros Secundarios (circuitos luz y fuerza)	120/240	10	NDF	Federal Pacific Electric

1.1.4.3. Corriente nominal

Valor de corriente máxima de diseño para la cual el interruptor termomagnético fue creado. Cuando el valor de la corriente que fluye por alguna de las fases rebase dicho valor, este accionará su mecanismo de desconexión por sobrecarga o cortocircuito.

Tabla IX. Valores de corriente nominal de los interruptores edificio M-90

	Voltaje de Operación (en voltios)	Corriente Nominal de Diseño (en amperios)	Número de Fases de Servicio
Interruptor Principal	120/240	225	3
Interruptor Principal Tablero Primer Nivel	120/240	70	3
Interruptor Principal Tablero Segundo Nivel	120/240	100	3
Interruptores Tableros Secundarios (circuitos luz y fuerza)	120/240	15, 20, 40	1

Tabla X. Valores de corriente nominal de los interruptores edificio M-D

	Voltaje de Operación (en voltios)	Corriente Nominal de Diseño (en amperios)	Número de Fases de Servicio
Interruptor Principal	120/240	200	3
Interruptor Principal Tablero Primer Nivel	120/240	100	3
Interruptor Principal Tablero Segundo Nivel	120/240	100	3
Interruptor Principal Tablero Tercer Nivel	120/240	100	3
Interruptores Tableros Secundarios (circuitos luz y fuerza)	120/240	15, 20, 40	1

Observaciones:

El interruptor general del Módulo D es de capacidad insuficiente, llegando al caso, en que cuando coincide casi la totalidad de la carga instalada conectada, el interruptor se dispara, por lo que se hace necesario su reemplazo por uno de mayor capacidad y del tipo termomagnético, (ver capacidad recomendada en el cálculo teórico, capítulo 3, página 76).

Todas las capacidades de protección del edificio M-90 han sido calculadas correctamente.

1.1.5. Tableros

El diseño de ambos edificios contempla un tablero principal, para alimentar así a los tableros de distribución de cada uno de los niveles que tienen alojados dentro todos los circuitos secundarios de luz y fuerza.

1.1.5.1. Condición actual

Para evaluar el estado de cada uno de los tableros se tomaron los siguientes criterios:

- **Estado físico de la caja moldeada:** muestra de golpes, áreas corroídas y las tapas correctamente cerradas.
- **Estado físico de las barras de suministro:** sufrimiento de deformación por temperatura debido al exceso de flujo de corriente.
- **Acondicionamiento y limpieza interna:** señalamiento de los diversos circuitos y limpieza interior.

Esto para todos los tableros existentes en cada uno de los edificios.

- **Edificio M-90**

Tablero principal: el interruptor general del edificio se encuentra alojado en una caja moldeada individual, la cual fue encargada a la medida física del interruptor. No cuenta con barras conectoras, pues los conductores principales se conectan directamente a los bornes del interruptor.

Tablero principal de distribución: cuenta con un tablero principal (*tablero de control de niveles*) en el cuál se encuentran los interruptores principales de cada piso, esta ubicado en la entrada este del edificio a un costado del interruptor general. El tablero es de manufactura GENERAL ELECTRIC, corriente nominal de barras de 125 amperios, voltaje nominal de diseño de 120/240 voltios AC, 12 polos, 3 fases, 4 hilos, este **se encuentra en buenas condiciones.**

Tablero de distribución del primer nivel: de manufactura FEDERAL PACIFIC & ELECTRICS, con un voltaje nominal de diseño de 120/240 voltios AC, corriente nominal de barras de 150 amperios, 3 fases, 4 hilos y 42 espacios. Dicho tablero se encuentra ubicado en la entrada este del edificio (a un costado del tablero principal). Internamente **se encuentra en buenas condiciones al igual que sus interruptores termomagnéticos.**

Tablero de distribución segundo nivel: de manufactura FEDERAL PACIFIC & ELECTRICS, con un voltaje nominal de diseño de 120/240 voltios AC, corriente nominal de barras de 150 amperios, 3 fases, 4 hilos y 42 espacios. Dicho tablero se encuentra ubicado en la parte este del edificio, a un costado de la puerta del baño en uno de los pasillos. Internamente **se encuentra en buenas condiciones al igual que sus termomagnéticos.**

- **Edificio M-D**

Tablero principal: cuenta con una caja de fusibles tipo cuchilla-interruptor de seguridad, servicio general 200 amperios, tipo 1, para uso interior CAT. No. DG324NGK, 4 hilos, voltaje nominal de diseño 120/240 voltios AC, este tablero es de manufactura CUTLER HAMMER. Esta ubicado en el lado oeste del edificio, debajo de las gradas que suben al segundo nivel.

Tablero para control de niveles: cuenta con un tablero principal (*tablero de control de niveles*) en el cuál se encuentran los interruptores principales de cada piso. El tablero es de manufactura GENERAL ELECTRIC, corriente nominal de barras de 125 amperios, voltaje nominal de diseño de 120/240 voltios AC, 12 polos, 3 fases, 4 hilos, este **se encuentra en buenas**

condiciones. Esta ubicado en el lado oeste del edificio, debajo de las gradas que suben al segundo nivel.

Tablero de distribución primer nivel: de manufactura FEDERAL PACIFIC & ELECTRICS, con un voltaje nominal de diseño de 120/240 voltios AC, corriente nominal en barras de 150 amperios, 3 fases, 4 hilos y 36 espacios. Se encuentra ubicado bajo las escaleras del primer nivel, lado oeste del edificio, este tablero se encuentra abierto a exposición de agentes externos como el polvo, humedad y animales roedores, por lo tanto, **es necesaria su limpieza y devolver la cubierta a su lugar.**

Tablero de distribución segundo nivel: de manufactura FEDERAL PACIFIC & ELECTRICS, con un voltaje nominal de diseño de 120/240 voltios AC, corriente nominal de 150 amperios, 3 fases, 4 hilos y 30 espacios. Dicho tablero se encuentra ubicado en la oficina de archivo de medicina en el lado oeste del edificio, como se ve en la figura **esta en perfectas condiciones y con sus interruptores.**

Tablero de distribución tercer nivel: de manufactura FEDERAL PACIFIC & ELECTRICS, con un voltaje nominal de diseño de 120/240 voltios AC, corriente nominal de 150 amperios, 3 fases, 4 hilos y 30 espacios. Dicho tablero se encuentra ubicado en un compartimiento designado a la conserjería **esta en perfectas condiciones y con sus interruptores.**

Tablero auxiliar: de manufactura B-ticino, con un voltaje nominal de diseño de 120/240 voltios AC, corriente nominal en barras de 75 amperios, 1 fase, 2 hilos y 2 espacios. Este se encuentra ubicado dentro del laboratorio de cómputo de agronomía en el lado norte del edificio, **esta en buenas condiciones.**

1.2. Análisis de redes

El propósito principal del estudio y análisis de la red eléctrica de cada edificio, es para conocer la calidad de energía con la que se cuenta.

Entre los parámetros ha considerar en un estudio de este tipo están; el balance de corrientes que circularan por las diferentes fases, los voltajes eficaces de trabajo, el factor de potencia de la instalación, el consumo de potencia tanto activa, reactiva y aparente, esta ultima para el calculo del banco de transformadores, saber si se tiene un nivel permisible de corrientes armónicas circulando por las líneas y si el porcentaje de distorsión armónica es permisible.

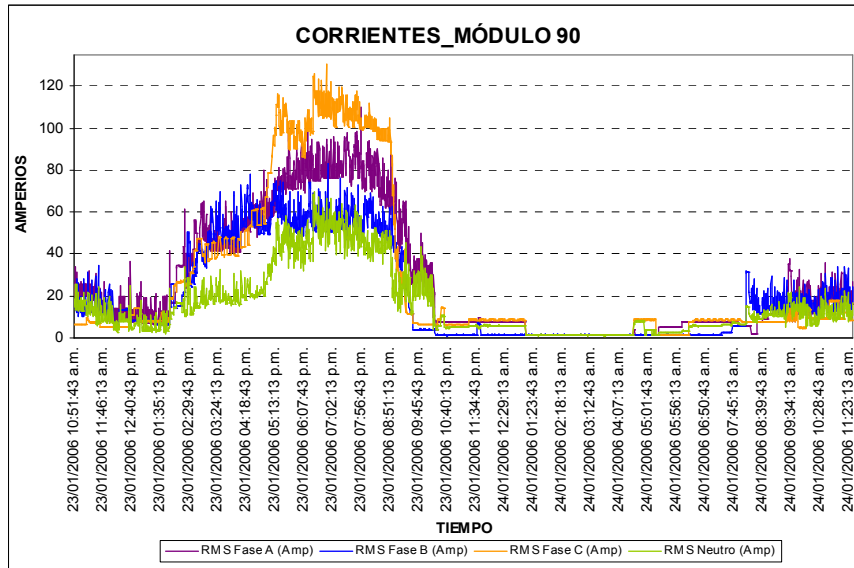
1.2.1. Corrientes

- Edificio M-90

Valores de corrientes RMS obtenidos mediante el analizador de redes:

	Fase A	Fase B	Fase C	Neutro
	(amp)	(amp)	(amp)	(amp)
Máximos	69.35	106.30	96.20	30.59
Mínimos	1.15	1.61	3.37	1.45
Promedio	21.15	33.40	29.20	11.44

Figura 8. Corrientes versus tiempo - edificio M-90



Se puede observar una diferencia del 33% en la magnitud de las corrientes de las fases B y C, pudiendo dar solución al inconveniente, procediendo a trasladar cargas pequeñas de la fase C a la fase B y con la fase B lo inverso. Este desbalance a acarreado actualmente una corriente de neutro de valor considerable en los períodos de mayor demanda, como se puede observar.

Este período de mayor demanda se alcanza entre las 18:00 y 21 horas, lapso en el que el total de las luminarias están en funcionamiento, la figura anterior muestra el comportamiento de las corrientes de las tres fases tanto como del neutro.

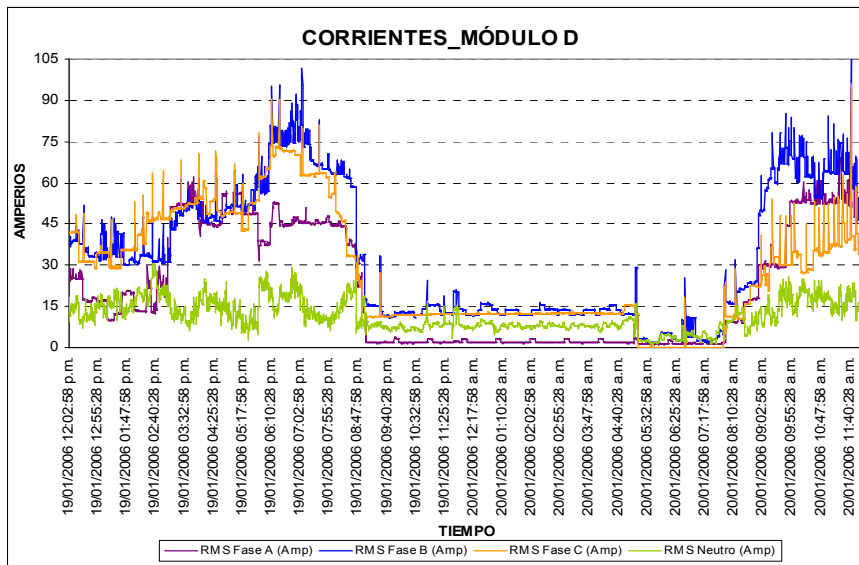
Los valores promedio no presentan un rango exagerado de diferencia entre ellos, siendo la fase B la que tiene menos flujo de corriente y la fase C la de mayor flujo. Los valores de corriente de línea obtenidos por el analizador de redes se muestran en el apéndice A-7.

- Edificio M-D

Valores de corrientes RMS obtenidos mediante el analizador de redes:

	Fase A (amp)	Fase B (amp)	Fase C (amp)	Neutro (amp)
Máximos	69.35	106.30	96.20	30.59
Mínimos	1.15	1.61	3.37	1.45
Promedio	21.15	33.40	29.20	11.44

Figura 9. Corrientes versus tiempo - edificio M-D



En este caso, las magnitudes de las corrientes de las tres fases es muy uniforme a lo largo del período de tiempo, afirmándolo cuando lo comparamos con la magnitud de la corriente que circula por el neutro. Tomando en cuenta que los máximos picos de demanda se mantienen en la mayor parte del período de conexión.

Existen dos períodos de mayor demanda el primero entre las 9:00 y 11:30 horas y el segundo entre las 18:00 y 21 horas.

La figura muestra el comportamiento de las corrientes de las tres fases tanto como del neutro.

Los valores promedio no presentan un rango exagerado de diferencia entre ellos, siendo la fase B la que tiene mayor flujo de corriente y la fase A la de menos flujo de corriente.

Los valores de corriente de línea obtenidos por el analizador de redes se muestran en el apéndice A-8.

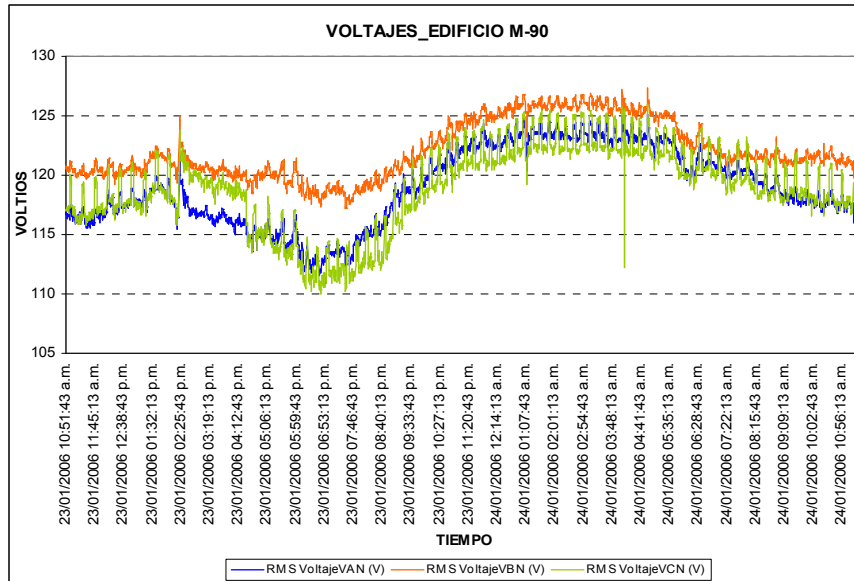
1.2.2. Voltajes

- **Edificio M-90**

Valores de voltajes RMS obtenidos mediante el analizador de redes:

	Fase A (volts)	Fase B (volts)	Fase C (volts)
Máximos	125.14	127.30	125.98
Mínimos	111.60	117.18	109.96
Promedio	119.30	122.13	118.93

Figura 10. Voltajes versus tiempo - edificio M-90



Los valores promedios reflejan que el valor de voltaje es aceptable, pues no tienen un desmedido valor por encima o por debajo del valor nominal.

El índice de regulación de tensión (IRT), se define según las NTSD (Normas Técnicas de Servicios de Distribución) con la siguiente ecuación:

$$IRT(\%) = \frac{|V_k - V_n|}{V_n} * 100$$

Donde:

V_k: media de los valores eficaces (RMS) de tensión

V_n: valor de tensión nominal

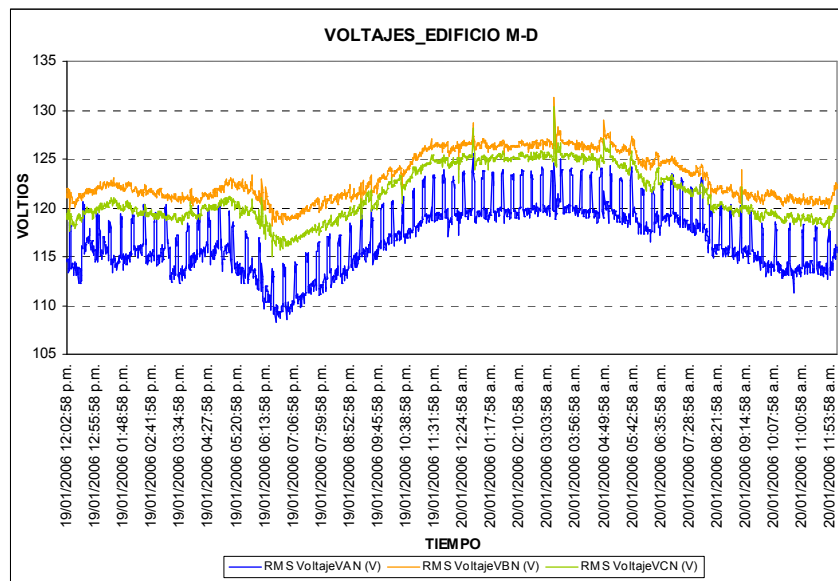
El porcentaje de tolerancia admisible respecto del valor nominal es del 8% y el valor máximo obtenido entre las tres fases es de 2.50%, por lo que no existe problema de regulación de tensión. Los valores de voltajes eficaces obtenidos por el analizador de redes se muestran en el apéndice A-9.

- Edificio M-D

Valores de voltajes RMS obtenidos mediante el analizador de redes:

	Fase A (volts)	Fase B (volts)	Fase C (volts)
Máximos	125.51	131.24	130.29
Mínimos	108.34	118.09	114.98
Promedio	116.72	123.11	121.33

Figura 11. Voltajes versus tiempo - edificio M-D



Los valores promedios reflejan que el valor de voltaje es aceptable, pues no tienen un desmedido valor por encima o por debajo del valor nominal. El porcentaje de tolerancia admisible respecto del valor nominal es del 8% y el valor máximo obtenido entre las tres fases es de 2.66%, por lo que no existe problema de regulación de tensión.

Los valores de voltajes eficaces obtenidos por el analizador de redes se muestran en el apéndice A-10.

1.2.3. Factor de potencia

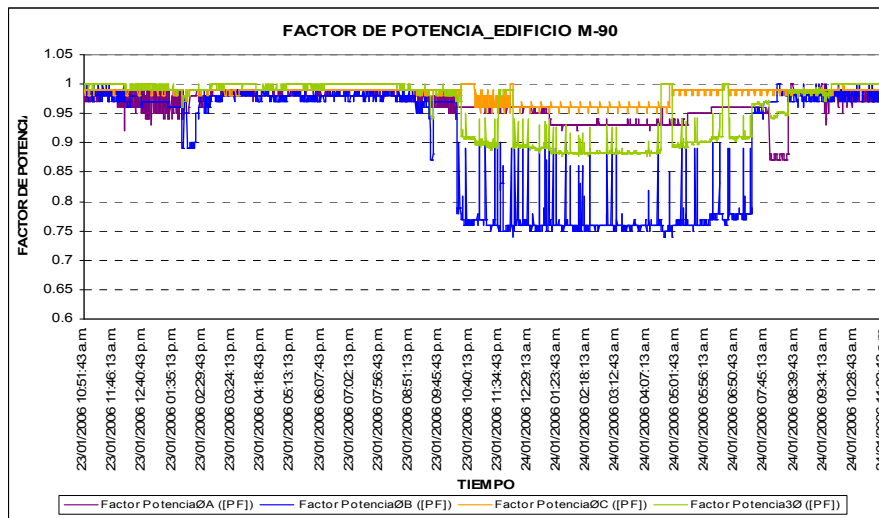
Según normas establecidas por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, se tiene establecido que el factor de potencia mínimo permitido para usuarios residenciales es de 0.90.

- **Edificio M-90**

Valores de factor de potencia obtenidos mediante el analizador de redes:

	Fase A (fp)	Fase B (fp)	Fase C (fp)	Trifásico (fp)
Máximos	1.00	1.00	1.00	1.00
Mínimos	-0.87	-0.94	-0.97	-0.91
Promedio	-0.96	-0.9	-0.99	-0.98

Figura 12. Valor de factor de potencia versus tiempo - edificio M-90



Los valores promedios demuestran que el valor de factor de potencia en las fases es excelente, dado que no desciende más allá de 0.90 en ninguna de ellas. También, se refleja un valor de potencia trifásico promedio de 0.98 en

atraso, esto muy razonable, dado que la mayoría de las cargas son reactivas-inductivas.

En horario de 10:00 PM a 7:00 AM el valor de factor de potencia de la red entera cae, debido a que en el trayecto del ramal al cual esta conectado este Centro Universitario (Ramal Xela I), existe una desconexión de un banco de capacitores que mejoran el factor de dicha porción del trayecto.

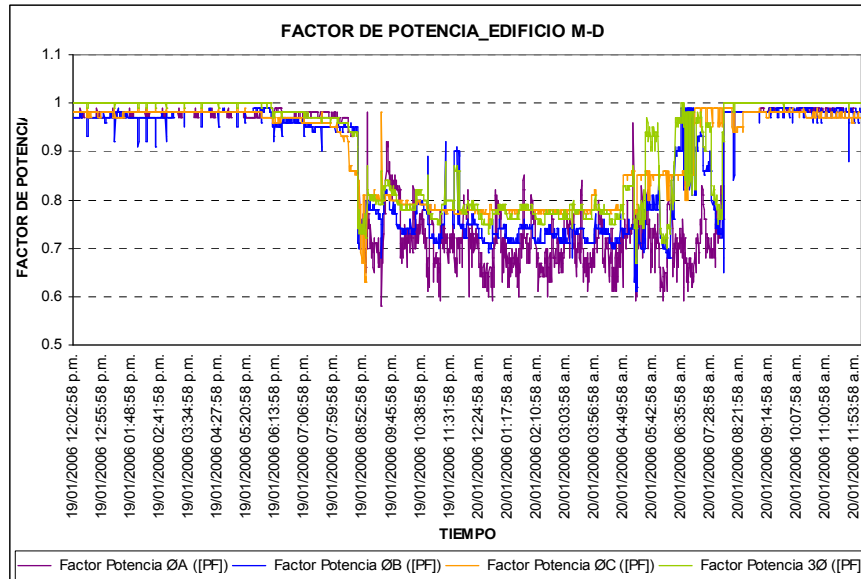
Los valores de factor de potencia obtenidos por el analizador de redes se muestran en el apéndice A-11.

- **Edificio M-D**

Valores de factor de potencia obtenidos mediante el analizador de redes:

	Fase A (fp)	Fase B (fp)	Fase C (fp)	Trifasico (fp)
Máximos	-0.99	-0.99	-0.99	1.00
Mínimos	-0.58	-0.61	-0.63	-0.67
Promedio	-0.86	-0.87	-0.90	-0.90

Figura 13. Valor de factor de potencia versus tiempo - edificio M-D



Los valores promedios demuestran que el valor de factor de potencia en las fases es bueno, dado que no desciende más allá de 0.85 en ninguna de ellas.

También, se refleja un valor de potencia trifásico promedio de 0.90 en atraso, esto muy razonable, dado que la mayoría de las cargas son reactivas-inductivas y existe un desbalance de corrientes en sus fases.

En horario de 8:00 PM a 8:00 AM (período de 12 horas) el valor de factor de potencia de la red entera cae, esto debido a que se alimenta del mismo banco de transformadores que el edificio anterior, por lo cual presenta el mismo problema descrito anteriormente.

Los valores de factor de potencia obtenidos por el analizador de redes se muestran en el apéndice A-12.

1.2.4. Potencia

Con los datos obtenidos se puede hacer el análisis del comportamiento del conjunto de cargas internas de cada edificio a lo largo del periodo de medición. Utilizando principalmente los datos de potencia activa, reactiva y aparente, esta última para calcular calibre de conductores, protección y bancos de transformación.

1.2.4.1. Potencia activa

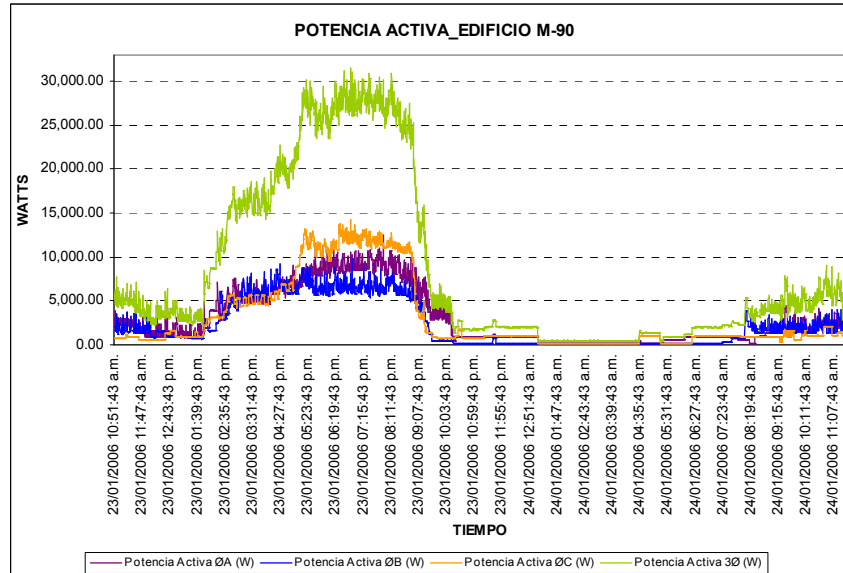
Es el producto de la circulación de una corriente eléctrica a través de una carga resistiva, transformando así la energía eléctrica en energía térmica. En nuestro caso, este tipo de potencia es demandada por todo aparato eléctrico, lámparas, motores, etc, dado que son dispositivos reales y no ideales.

- **Edificio M-90**

Valores de potencia activa obtenidos mediante el analizador de redes:

	Fase A (watts)	Fase B (watts)	Fase C (watts)	Trifásico (watts)
Máximos	12,475	9,742	14,280	31,585
Mínimos	162.85	80.79	161.13	1,268
Promedio	2,980	2,303	3,228	8,512

Figura 14. Potencia activa versus tiempo - edificio M-90



Las tres fases (A, B y C) tienen períodos similares de demanda de potencia, esto dado que la mayoría de cargas en este edificio son las del tipo lumínico, por lo que funcionan en su totalidad en horarios de tarde-noche.

Los valores reflejan que la fase A tiene un consumo promedio de 2.98 Kw. y un pico máximo de 12.47 Kw., la fase B tiene un consumo promedio de 2.30 Kw. y un pico máximo de 9.74 Kw. mientras que la fase C tiene un consumo promedio de 3.23 Kw. y un pico máximo de 14.28 Kw., esto refleja que la fase C es la tiene más demanda en promedio y la fase B la de menos demanda promedio. Ahora el consumo del conjunto es de 8.51 Kw. en promedio con un pico máximo de 31.58 kW. La gráfica refleja que el período de mayor demanda de potencia activa es de 14:00 a 21:30 horas.

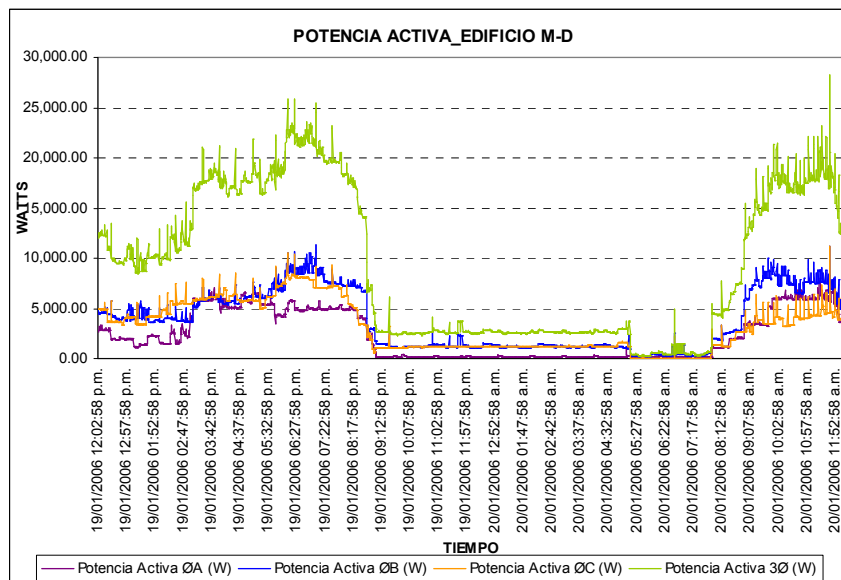
Los valores de potencia activa obtenidos por el analizador de redes se muestran en el apéndice A-13.

- Edificio M-D

Valores de potencia activa obtenidos mediante el analizador de redes:

	Fase A (watts)	Fase B (watts)	Fase C (watts)	Trifásico (watts)
Máximos	8,017	11,302	11,236	28,308
Mínimos	89.68	158.98	394.66	267.94
Promedio	2,349	3,795	3,283	8,533

Figura 15. Potencia activa versus tiempo - edificio M-D



La gráfica demuestra que las tres fases (A, B y C) tienen períodos similares de demanda de potencia, pero con demandas más asimétricas debido a la mayor cantidad de cargas conectadas.

Los valores reflejan que la fase A tiene un consumo promedio de 2.35 Kw. y un pico máximo de 8.01 Kw., la fase B tiene un consumo promedio de 3.79 Kw. y un pico máximo de 11.30 Kw. mientras que la fase C tiene un consumo

promedio de 3.28 Kw. y un pico máximo de 11.23 Kw., esto refleja que la fase B es la tiene más demanda en promedio y la fase A la de menos demanda promedio. Ahora el consumo del conjunto es de 8.53 Kw. en promedio con un pico máximo de 28.31 kW.

La gráfica refleja que el período de mayor demanda de potencia activa es de 7:30 a 21:30 horas, teniendo un intervalo decreciente en horas de medio día.

Los valores de potencia activa obtenidos por el analizador de redes se muestran en el apéndice A-14.

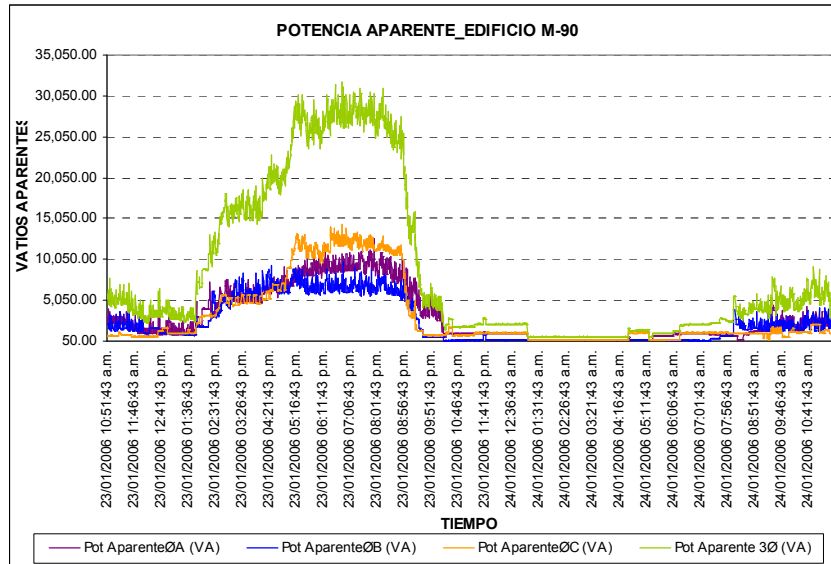
1.2.4.2. Potencia reactiva

- **Edificio M-90**

Valores de potencia activa obtenidos mediante el analizador de redes:

	Fase A (vars)	Fase B (vars)	Fase C (vars)	Trifásico (vars)
Máximos	1584.00	1167.00	667.00	3095.00
Mínimos	25.20	-167.20	-65.84	-134.70
Promedio	432.90	270.00	80.93	796.00

Figura 16. Potencia reactiva versus tiempo - edificio M-90



La gráfica refleja claramente que coinciden los períodos de demanda activa con la reactiva, esto lógicamente por que las cargas que predominan en el edificio son las lámparas fluorescentes, y no hay otras cargas que marquen la diferencia.

Las tomas reflejan que la fase A tiene un consumo promedio de 432.90 VAR y un pico máximo de 1.58 kVAR, la fase B tiene un consumo promedio de 270 VAR y un pico máximo de 1.16 kVAR y la fase C un consumo promedio de 80.93 VAR y un pico máximo de 667 VAR, esto refleja que la fase A es la tiene más demanda en promedio y la fase C la de menos demanda promedio mientras que el consumo promedio del conjunto es de 796 VAR con un pico máximo de 3.09 kVAR.

El periodo de máxima demanda es el mismo que el de la potencia activa, o sea de 14:00 a 21:30 horas.

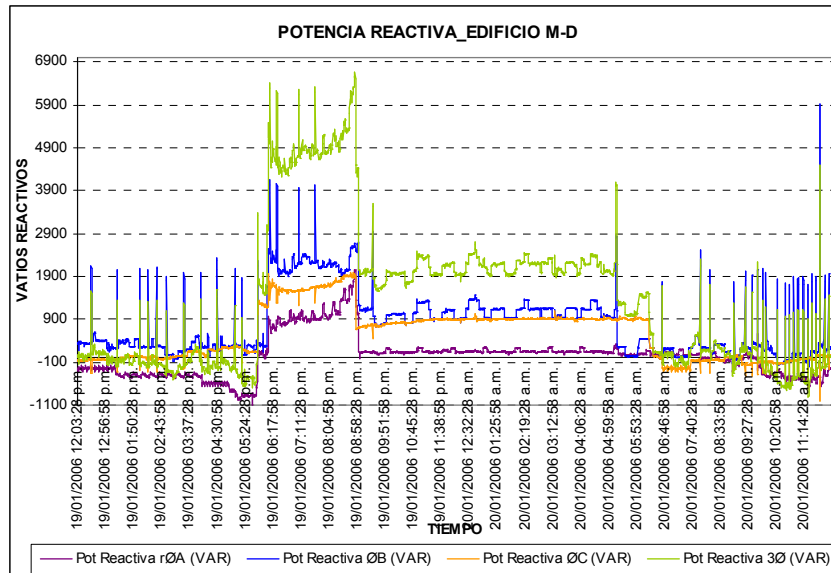
Los valores de potencia reactiva obtenidos por el analizador de redes se muestran en el apéndice A-15.

- **Edificio M-D**

Valores de potencia activa obtenidos mediante el analizador de redes:

	Fase A (vars)	Fase B (vars)	Fase C (vars)	Trifásico (vars)
Máximos	2,055.00	5,917.00	2,000.00	6,646.00
Mínimos	-1,099.00	-200.71	-997.00	-918.00
Promedio	32.25	801.00	545.00	1,378.00

Figura 17. Potencia reactiva versus tiempo - edificio M-D



La gráfica refleja claramente que coinciden los períodos de demanda activa con la reactiva, esto lógicamente por que las cargas que predominan en

el edificio son las lámparas fluorescentes, apareciendo cierto picos de demanda debido a arranques de bombas hidroneumáticas (motores de inducción).

Las tomas reflejan que la fase A tiene un consumo promedio de 32.25 VAR y un pico máximo de 2.05 kVAR, la fase B tiene un consumo promedio de 801 VAR y un pico máximo de 5.92 kVAR y la fase C un consumo promedio de 545 VAR y un pico máximo de 2.00 kVAR, esto refleja que la fase B es la tiene más demanda en promedio y la fase A la de menos demanda promedio mientras que el consumo promedio del conjunto es de 1.38 kVAR con un pico máximo de 6.64 kVAR.

El período de máxima demanda es el mismo que el de la potencia activa, o sea de 7:30 a 21:30 horas.

Los valores de potencia reactiva obtenidos por el analizador de redes se muestran en el apéndice A-16.

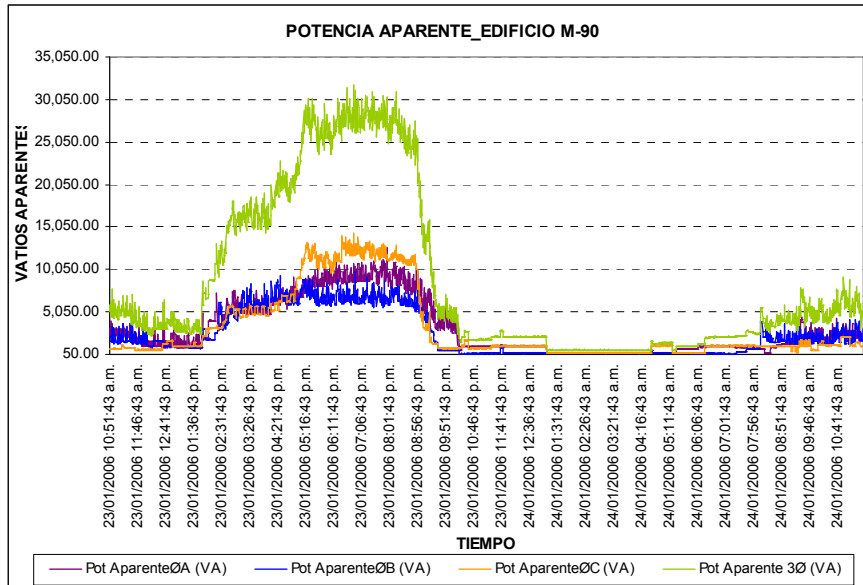
1.2.4.3. Potencia aparente

- **Edificio M-90**

Valores de potencia activa obtenidos mediante el analizador de redes:

	Fase A (vas)	Fase B (vas)	Fase C (vas)	Trifásico (vas)
Máximos	12,594	9,843	14,405	31,687
Mínimos	173.51	117.29	568.44	281
Promedio	3,057	2,366	3,265	8,465

Figura 18. Potencia aparente versus tiempo - edificio M-90



La suma vectorial de la potencia activa y reactiva da como resultado la potencia aparente, esta es la que se utiliza para el cálculo correcto de calibre de conductores, corrientes nominales de protecciones y capacidades de bancos de transformación.

Las tomas reflejan que la fase A tiene un consumo promedio de 3.06 kVA y un pico máximo de 12.60 kVA, la fase B tiene un consumo promedio de 2.36 kVA y un pico máximo de 9.84 kVA y la fase C un consumo promedio de 3.26 kVA y un pico máximo de 31.68 kVA, esto refleja que la fase C es la que tiene más demanda en promedio y la fase B la de menos demanda promedio mientras que el consumo promedio del conjunto es de 8.46 kVA con un pico máximo de 31.68 kVA.

El periodo de máxima demanda es el mismo que el de la potencia activa, o sea de 14:00 a 21:30 horas.

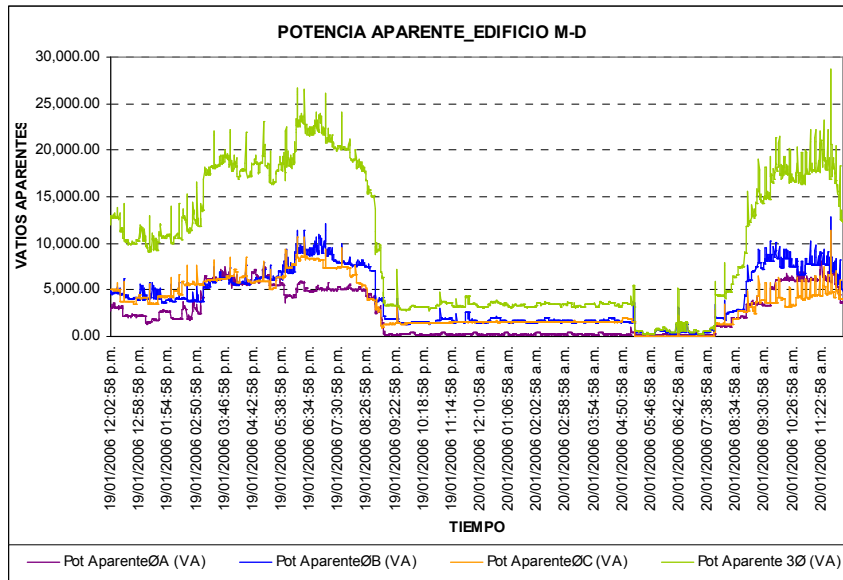
Los valores de potencia aparente obtenidos por el analizador de redes se muestran en el apéndice A-17.

- **Edificio M-D**

Valores de potencia activa obtenidos mediante el analizador de redes:

	Fase A (vas)	Fase B (vas)	Fase C (vas)	Trifásico (vas)
Máximos	8,109	12,775	11,353	28,662
Mínimos	135.17	201.28	412.89	285
Promedio	2,437	4,064	3,501	8,891

Figura 19. Potencia aparente versus tiempo - edificio M-D



Las tomas reflejan que la fase A tiene un consumo promedio de 2.40 kVA y un pico máximo de 8.11 kVA, la fase B tiene un consumo promedio de 4.06 kVA y un pico máximo de 12.77 kVA y la fase C un consumo promedio de 3.50

kVAR y un pico máximo de 11.35 kVA, esto refleja que la fase C es la que tiene más demanda en promedio y la fase B la de menos demanda promedio mientras que el consumo promedio del conjunto es de 8.90 kVA con un pico máximo de 28.66 kVA.

El período de máxima demanda es el mismo que el de la potencia activa, o sea de 7:30 a 21:30 horas.

Los valores de potencia aparente obtenidos por el analizador de redes se muestran en el apéndice A-18.

1.2.5. Factor K

Según ANSI/IEEE C57. 110-1986, el rango de factor K asignado a un transformador, es el índice o la habilidad del transformador de proporcionar el volumen armónico a su carga actual conectada mientras este permanece en sus límites de operación permitidos de temperatura. Dicho de otra manera, el factor K se define como aquel valor numérico que representa los posibles efectos de calentamiento de una carga no lineal sobre el transformador.

En el caso de nuestro estudio, existe solo un banco de transformadores para alimentar las cargas de los dos edificios que estamos analizando, así también alimenta a otros pequeños edificios y locales.

La capacidad del banco es de 300 kVA (3x100) y son del tipo convencional y un factor k igual a 1.0 ($k=1$), esto se debe a que no se tiene la necesidad de alimentar cargas que generen corrientes armónicas excesivas y

por ende no se genera un calentamiento elevado en los arrollamientos de los transformadores.

Como podrá verse en los datos experimentales mostrados en el inciso 1.2.6.1, página 47, los niveles de THDV y THDI no rebasan los límites permitidos y en algunos casos son muy bajos, por lo tanto, los índices de contaminación y demanda de corrientes armónicas no exigen transformadores con rango de factor K especiales.

1.2.6. Análisis de armónicos

Los armónicos pueden ocasionar una perturbación inaceptable sobre la red de distribución de energía eléctrica, y en consecuencia causar el recalentamiento de motores, cables y transformadores, el disparo de los interruptores automáticos, componentes armónicos de frecuencias altas dan lugar a mayores pérdidas por histéresis y por corrientes parásitas en los circuitos magnéticos.

Primordialmente se analizaron las redes de cada uno de los edificios para evaluar el grado y presencia de armónicos tanto en voltaje como en corriente, haciendo la medición la primera armónica a la número cuarenta tal y como mandan las Normas Técnicas de Servicio de Distribución (NTSD).

1.2.6.1. Distorsión armónica THDV

Señala el porcentaje de distorsión que sufre la onda senoidal que alimenta a la instalación.

La norma IEEE-519 “*Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power System*” establece que el límite de distorsión de voltaje debe ser **máximo del 5%** para un voltaje nominal menor o igual que 69 kV, mientras que la CNEE en sus Normas Técnicas del Servicio de Distribución fijan un límite **máximo del 8%** para tensiones menores a 60 kV (esto incluye mediana y baja tensión), ver tabla B-1 del apéndice B.

Para caracterizar la presencia de las armónicas en una onda dada, la Comisión Nacional de Energía Eléctrica en sus Normas Técnicas de Servicio de Distribución (NTSD), calcula la distorsión armónica de la tensión (DATT), mediante la siguiente ecuación:

$$DATT(\%) = \left(\sqrt{\frac{\sum Vi^2}{V1^2}} \right) * 100$$

Donde:

DATT: distorsión armónica total de tensión en porcentaje

Vi: componente de tensión de la armónica de orden i

V1: componente de tensión de la frecuencia fundamental

La NSTD establece que, cuando se rebasan los límites establecidos se procede a penalizar al usuario por contaminación de la red de distribución, esto cuando se monitorea el consumo de los usuarios, pero en el caso de la red de distribución de la Ciudad de Quetzaltenango, esta no cuenta con un sistema de

medición de calidad de energía por lo tanto no se puede proceder a penalizar a ningún usuario conectado.

Los datos obtenidos se presentan a continuación:

- **Edificio M-90**

	THD VA	THD VB	TDH VC
Mínimos	0.50%	0.46%	0.92%
Máximos	1.86%	1.22%	3.57%
Promedio	1.69%	1.07%	2.87%

Ninguno de los valores promedio rebasa el 8% límite máximo permitido, el nivel de distorsión armónica no es un problema.

- **Edificio M-D**

Se presentaron los siguientes porcentajes de distorsión armónica total:

	THD VA	THD VB	TDH VC
Mínimos	1.16%	0.92%	0.57%
Máximos	4.24%	3.29%	3.47%
Promedio	3.88%	2.57%	1.78%

Ninguno de los valores promedio rebasa el 8% límite máximo permitido, el nivel de distorsión armónica no es un problema.

1.2.6.2. Distorsión armónica THDI

Señala el porcentaje de distorsión que sufre la onda de corriente de carga senoidal que fluye en las fases de la instalación.

La norma IEEE-519 *“Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power System”* y la CNEE en sus Normas Técnicas del Servicio de Distribución fijan un límite **máximo del 20%** para tensiones menores a 60 kV (esto incluye mediana y baja tensión).

- **Edificio M-90**

Se presentaron los siguientes porcentajes de distorsión armónica total:

	THD IA	THD IB	TDH IC
Mínimos	1.80%	1.20%	2.30%
Máximos	11.98%	11.02%	13.80%
Promedio	8.69%	7.20%	9.57%

Ninguno de los valores promedio rebasa el 20% límite máximo permitido, el nivel de distorsión armónica no es un problema.

- **Edificio M-D**

Se presentaron los siguientes porcentajes de distorsión armónica total:

	THD IA	THD VI	TDH IC
Mínimos	0.54%	0.85%	1.13%
Máximos	8.97%	11.63%	15.68%
Promedio	7.61%	9.58%	12.89%

Ninguno de los valores promedio rebasa el 20% límite máximo permitido, el nivel de distorsión armónica no es un problema.

1.2.7. Desbalances

El desbalance de los valores de voltaje es otro factor importante a considerar en el análisis de carga y la calidad de la energía eléctrica con la que se cuenta. Las NTSD establecen un índice de calidad del desbalance de la tensión, utilizado para evaluar este factor en servicios trifásicos, el cual se determina sobre la base de comparación de los valores eficaces (RMS) de tensión de cada fase; este índice está expresado como un porcentaje y se obtiene con la siguiente ecuación:

$$\Delta DTD(\%) = \left(\frac{3(V_{\max} - V_{\min})}{V_a + V_b + V_c} \right) * 100$$

Donde:

$\Delta DTD(\%)$: porcentaje de desbalance de tensión

V_{\max} : tensión máxima en cualquiera de las fases, registrada en el intervalo k

V_{\min} : tensión mínima en cualquiera de las fases, registrada en el intervalo k

V_a : tensión en la fase a, registrada en el intervalo de medición k

V_b : tensión en la fase b, registrada en el intervalo de medición k

V_c : tensión en la fase c, registrada en el intervalo de medición k

La tolerancia admitida por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica establecida en la NTSD aplicables al distribuidor sobre el desbalance de tensión en los puntos de entrega de energía es del 3% y considera que la energía eléctrica es de mala calidad cuando en un lapso de tiempo mayor a la 5% del correspondiente al total del periodo de medición, se ha excedido en rango de tolerancia admitido

Tabla XI. Desbalance de tensión en porcentaje, según las NSTD

Tensión	Desbalance de Tensión, ΔDTD (%)
Baja y Media	3

Media tensión: 13.8 a 34.5 kV y baja tensión: 120/240 V

Los datos obtenidos en el edificio M-90 reflejan un valor promedio de desbalance de tensión de 3.11%, el cuál está 0.11% por encima del máximo establecido, tomando en cuenta que en Quetzaltenango la Empresa Eléctrica Municipal no penaliza este tipo de factores, se puede establecer como un valor no problemático, pero se recomienda su continua observancia para mantener el buen desempeño de los dispositivos eléctricos. Los valores de regulación y desbalance se presentan en la tabla A-9 del apéndice A.

Mientras, los datos obtenidos en el edificio M-D reflejan un valor promedio de desbalance de tensión de 5.18%, el cuál está 2.18% por encima del máximo establecido, la solución a este problema sería un balance de cargas de este edificio. Los valores de regulación y desbalance pueden se presentan en la tabla A-10 del apéndice A.

1.3. Red de tierras

La Comisión Nacional de Energía Eléctrica, en sus Normas Técnicas de Diseño y Operación de las instalaciones de Distribución NTDOID, sección IV Métodos de Puesta a Tierra, establece:

1. El conductor de tierra no será menor que el calibre 8 AWG cobre.
2. Varilla de cobre: toda varilla debe tener una longitud mínima de 2.5 metros (8 pies) y 5/8" de diámetro, (Copperweld).

3. Varilla de acero galvanizado: de 6 pies de largo y diámetro de 5/8”.
4. El valor máximo de resistencia a tierra será de **25Ω** como máximo.

1.3.1. Condición actual

Actualmente ambos edificios cuentan con electrodos de referencia de tierras (o potencial cero) para protección de sobrecorrientes y voltajes, pero cabe mencionar que ambas puestas a tierra han sido construidas al azar sin un previo estudio de resistividad de suelo, por lo que en el edificio M-90 el valor de resistencia en la varilla no cumple con los requerimientos mínimos de las Normas Técnicas de Diseño y operación de las Instalaciones de Distribución, NTDOID.

- **Método utilizado**

Se utilizo el método del 62%, este se describe gráfica y detalladamente en el anexo B8 del apéndice B.

1.3.2. Medición y comprobación si es útil o no

- **Edificio M-90**

La referencia de tierra de este edificio esta destinada a la protección de solamente cuatro oficinas administrativas en el segundo nivel de este edificio.

Su nivel de protección es deficiente, dado que cuenta con una sola varilla de cobre enterrada en un lugar escogido al azar. Fue elaborada por personal de mantenimiento. Por lo que se concluye que su estado actual y grado de protección es deficiente.

El valor de resistencia de la varilla es de: **45.85 Ω** obtenida mediante una medición con Megger proporcionado por la Coordinación Técnica de la EEMQ, y el valor de resistividad de suelo es de 39.89 ohmios-metro

- **Edificio M-D**

Cuenta también con una red de tierras recién construida, con una configuración de tres barras enterradas en línea con una separación de 3.50 metros aproximados.

Esta red cuenta con un valor de resistencia en la varilla de 12.36 Ω y una resistividad de suelo de 33.57 ohmios–metro.

1.4. Pararrayos

Los pararrayos son utilizados para protección contra descargas atmosféricas (rayos) básicamente. Un sistema de pararrayos consiste en la colocación de barras o electrodos metálicos instalados en la parte más alta de la estructura a proteger, deben estar conectadas solidamente al sistema de tierras.

1.4.1. Condición actual

No existe ningún sistema de pararrayos instalado en ninguno de los edificios dado que el nivel isoceráunico de la cabecera departamental de Quetzaltenango es de 40, por lo que el número de días de tormenta al año es bajo, entonces no se hace necesario instalar una red de pararrayos.

1.5. Iluminación

Se define como iluminación eléctrica a la Iluminación mediante cualquiera de los numerosos dispositivos que convierten la energía eléctrica en luz. Los tipos de dispositivos de iluminación eléctrica utilizados con mayor frecuencia son las lámparas incandescentes, las lámparas fluorescentes y los distintos modelos de lámparas de arco y de vapor por descarga eléctrica.

1.5.1. Revisión visual

Se hizo un recorrido por ambos edificios, se incluyen, aulas, oficinas administrativas, oficinas docentes, auditorium, biblioteca, pasillos, áreas de tránsito peatonal y áreas de parqueo. Aparte de la medición de lúmenes en cada ambiente, también se observó que el número de lámparas instaladas por ambiente depende directamente de las dimensiones del mismo, así mismo la configuración de instalación permite que el mayor flujo luminoso se desplace en forma vertical hacia abajo y los costados de cada área. Se observa también que el 95% de las luminarias en el edificio M-90 están en buen estado, mientras que un 90% lo están en el edificio M-D, en ambos inmuebles están

sobrepuestas en el techo y las de iluminación exterior están empotradas en el techo.

1.5.2. Características de las luminarias

El 99% de las luminarias que prestan servicio en los edificios M-90 y M-D, son del tipo fluorescentes, debido a su bajo consumo de energía eléctrica y a su versatilidad, el porcentaje restante son del tipo incandescente.

- **Edificio M-90 y M-D**

Las luminarias instaladas en ambientes interiores como salones de clase, biblioteca, cubículos, servicios sanitarios y oficinas son lámparas dobles de 40 watts con reflector. Mientras que en los pasillos interiores son utilizadas luminarias tipo listón sencillas de 20 watts sin reflector. El pasillo exterior esta iluminado con cuatro lámparas fluorescentes de 20 watts cada una.

1.5.3. Iluminación en áreas de parqueo

Las áreas destinadas al parqueo de vehículos automotrices, están pobremente iluminadas, esto se ve a simple vista. Cuentan con lámparas de vapor de mercurio, utilizadas para alumbrado público tipo vertical (Nema Head). Estas emiten luz blanca, con una potencia de 175 vatios instaladas a una altura de 9 metros, sobre el nivel del suelo.

- **Parqueo edificio M-90**

Cuenta con cuatro lámparas ubicadas en poste de 30 pies (9.14 metros), cantidad insuficiente para una buena visibilidad nocturna.

- **Parqueo edificio M-D**

Cuenta con dos lámparas ubicadas en poste de 30 pies (9.14 metros), cantidad insuficiente para una buena visibilidad nocturna, esto se percibe a simple vista.

1.5.4. Medición del nivel de iluminación

La tabla de valores de iluminación aceptados o recomendados por el NEC 99, para áreas específicas se muestra en el anexo B2, apéndice B.

Tabla XII. Niveles de iluminación edificio M-90

Ambiente	Nivel de Iluminación (luxes)	Colores del local			Dimensiones		
		Techo	Piso	Pared	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)
Primer Nivel							
Salón 101	309	Blanco	Gris	Crema	18.00	9.00	3.30
Salones 102, 103, 107 108, 109, 110, 111, 112	355	Blanco	Gris	Crema	9.00	4.50	3.30
Salón 106	285	Blanco	Gris	Crema	15.00	9.00	3.30
Salón 113	312	Blanco	Gris	Crema	9.00	10.00	3.30
Escaleras Este	66	Gris	Gris	Crema	5.30	5.00	3.30
Escaleras Oeste	78	Gris	Gris	Crema	5.30	5.00	3.30
Vestibulo Aula Magna	321	Blanco	Gris	Crema	9.00	7.00	3.30
Aula Magna	456	Blanco	Gris	Crema	17.00	9.00	3.30
Pasillo Norte	95	Gris	Gris	Crema	27.00	2.50	3.30
Pasillo Sur	110	Gris	Gris	Crema	27.00	2.50	3.30
Pasillo Este	84	Gris	Gris	Crema	17.70	2.50	3.30
Pasillo Oeste	91	Gris	Gris	Crema	17.70	2.50	3.30
Servicios Sanitarios	80	Gris	Gris	Crema	4.50	3.50	3.30
Segundo Nivel							
Salón 201, 202, 203	287	Blanco	Gris	Crema	10.60	8.80	3.30
Salones 204, 205 206, 207, 208, 209	356	Blanco	Gris	Crema	8.00	4.50	3.30
Salón 210	301	Blanco	Gris	Crema	10.60	10.60	3.30
Salón 211	274	Blanco	Gris	Crema	11.50	10.60	3.30
Salón 212	287	Blanco	Gris	Crema	10.60	8.00	3.30
Salón 213	275	Blanco	Gris	Crema	8.50	8.00	3.30
Salón 214, 215, 216, 217	316	Blanco	Gris	Crema	8.00	4.50	3.30
Escaleras Este	42	Gris	Gris	Crema	5.30	5.00	3.30
Escaleras Oeste	55	Gris	Gris	Crema	5.30	5.00	3.30
Pasillo Norte	94	Gris	Gris	Crema	26.50	2.50	3.30
Pasillo Sur	94	Gris	Gris	Crema	26.50	2.50	3.30
Pasillo Este	87	Gris	Gris	Crema	23.20	2.50	3.30
Pasillo Oeste	85	Gris	Gris	Crema	23.20	2.50	3.30
Servicios Sanitarios	75	Gris	Gris	Crema	4.50	3.50	3.30
Cubículos	285	Gris	Gris	Crema	3.00	1.60	3.30
Pasillo Exterior							
	46	Gris	Gris	Ladrillo	51.00	2.50	3.30
Parqueo							
Parqueo Norte	8				30.00	40.00	

Tabla XIII. Niveles de iluminación edificio M-D

Ambiente	Nivel de Iluminación (luxes)	Colores del local			Dimensiones		
		Techo	Piso	Pared	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)
Primer Nivel							
Salón 101, 106, 107, 108	235	Blanco	Gris	Crema	9.00	9.00	3.30
Salones 102, 103	241	Blanco	Gris	Crema	13.50	4.50	3.30
Salón 104, 109	226	Blanco	Gris	Crema	14.50	9.00	3.30
Salón 105	254	Blanco	Gris	Crema	10.50	9.00	3.30
Escaleras Este	68	Gris	Gris	Crema	5.30	5.00	3.30
Escaleras Oeste	72	Gris	Gris	Crema	5.30	5.00	3.30
Pasillo Norte	86	Gris	Gris	Crema	29.00	2.50	3.30
Pasillo Sur	81	Gris	Gris	Crema	29.00	2.50	3.30
Pasillo Este	114	Gris	Gris	Crema	18.00	2.50	3.30
Pasillo Oeste	75	Gris	Gris	Crema	18.00	2.50	3.30
Servicios Sanitarios	71	Gris	Gris	Crema	4.50	3.50	3.30
Segundo Nivel							
Biblioteca	478	Blanco	Gris	Crema	38.00	11.00	3.30
Salones 201, 203, 205, 207	216	Blanco	Gris	Crema	11.00	11.00	3.30
Salón 202, 204, 208	227	Blanco	Gris	Crema	11.00	9.00	3.30
Salón 209	223	Blanco	Gris	Crema	9.00	9.00	3.30
Escaleras Este	56	Gris	Gris	Crema	5.30	5.00	3.30
Escaleras Oeste	53	Gris	Gris	Crema	5.30	5.00	3.30
Pasillo Norte	82	Gris	Gris	Crema	27.00	2.50	3.30
Pasillo Sur	76	Gris	Gris	Crema	27.00	2.50	3.30
Pasillo Este	68	Gris	Gris	Crema	18.00	2.50	3.30
Pasillo Oeste	49	Gris	Gris	Crema	18.00	2.50	3.30
Servicios Sanitarios	66	Gris	Gris	Crema	4.50	3.50	3.30
Tercer Nivel							
Salón 301, 305, 309, AEUO	254	Blanco	Gris	Crema	11.50	11.00	3.00
Salón 302, 303, 306, 307, 308							
Laboratorio Computación	268	Blanco	Gris	Crema	9.00	8.60	3.00
Salones 304, 310	257	Blanco	Gris	Crema	11.50	9.00	3.00
Escaleras Este	48	Gris	Gris	Crema	5.30	5.00	3.00
Escaleras Oeste	57	Gris	Gris	Crema	5.30	5.00	3.00
Pasillo Norte	74	Gris	Gris	Crema	27.00	2.50	3.00
Pasillo Sur	67	Gris	Gris	Crema	27.00	2.50	3.00
Pasillo Este	69	Gris	Gris	Crema	23.50	2.50	3.00
Pasillo Oeste	58	Gris	Gris	Crema	23.50	2.50	3.00
Servicios Sanitarios	85	Gris	Gris	Crema	4.50	3.50	3.00
Cubiculos	116	Gris	Gris	Crema	3.00	1.60	3.00
Pasillo Exterior							
	55	Gris	Gris	Ladrillo	50.00	2.50	
Parqueo							
Parqueo Norte	2.5				30.00	40.00	

1.6. Instalaciones especiales

Se denominan instalaciones especiales, a todas aquellas del tipo sensible a cambios mínimos tanto de voltajes como de corrientes de falla. Dichas instalaciones, son a las que más énfasis se pone en el sentido de protección, dado que, por lo regular es equipo electrónico de alto valor monetario, por lo que el fin primordial es el protegerlo a toda costa, como ejemplo se menciona:

- Centros grandes de computo
- Servidores y equipo digital de alto valor e importancia
- Supresores de transientes para mantener la calidad del servicio
- Protección de equipo de precisión en laboratorios

1.6.1. Equipo electrónico sensible y critico

No existe equipo eléctrico y electrónico sensible en las instalaciones del Centro Universitario de Occidente antes mencionadas.

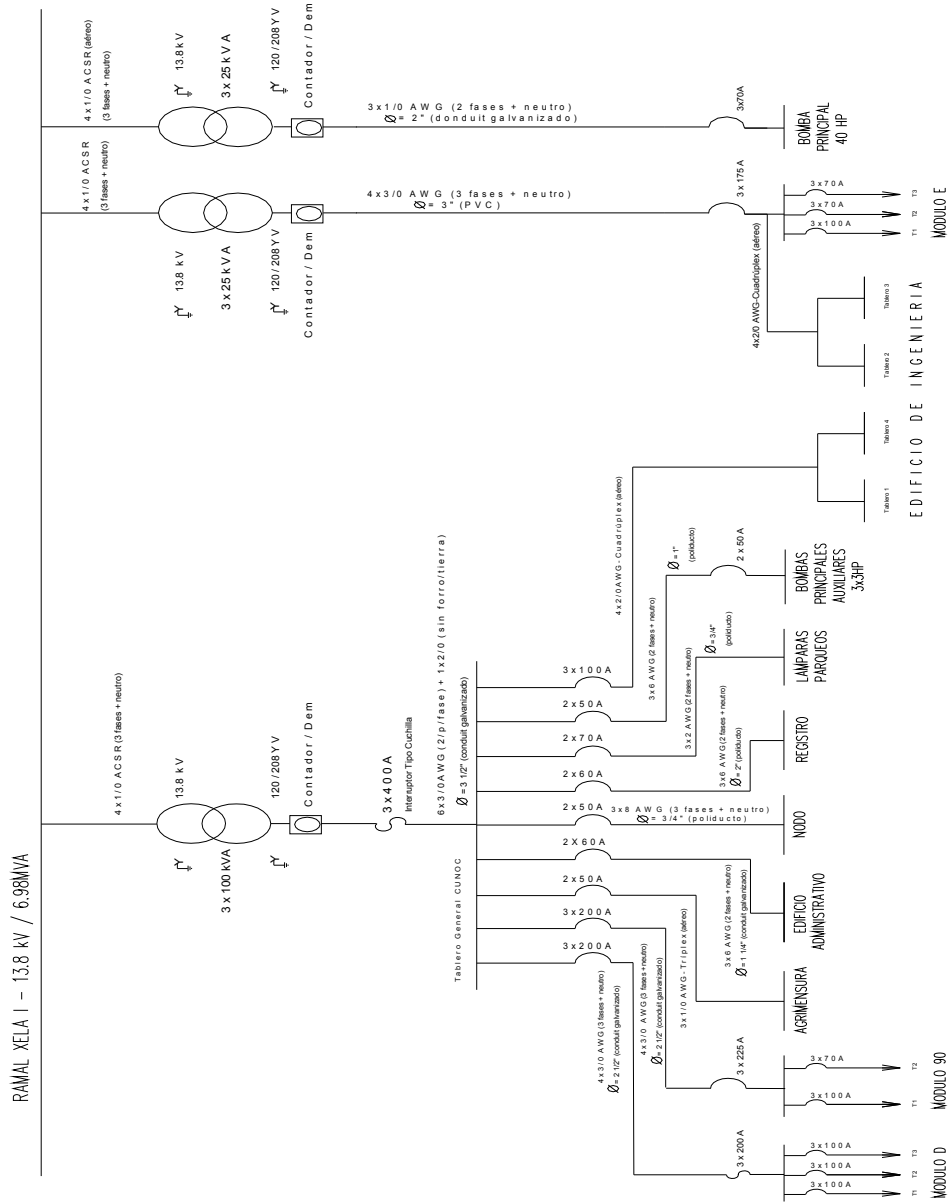
2. DIAGRAMAS UNIFILARES

Un diagrama unifilar es un diagrama simplificado de un sistema eléctrico, el cual indica por medio de líneas y nomenclatura estandarizada según norma utilizada y establecida, como están conectados los diferentes circuitos y elementos de la red eléctrica en estudio.

A continuación se presenta el circuito unifilar de todos los edificios y locales interiores que conforman todo el Centro universitario de Occidente, indicando la localización de banco de transformación y centros de medición, así también indicando la potencia y voltaje nominal del ramal y la red distribuidora (13.2 kV – 6.98 MVA).

2.1. Diagrama unifilar de la red eléctrica general

Figura 20. Red general interna del CUNOC



2.2. Diagrama unifilar de la sub red eléctrica

Para entender mejor la configuración de la red interna de cada edificio, se desglosa el diagrama unifilar en cuatro partes, que son:

- Acometida y alimentación de los tableros
- Circuitos derivados del primer nivel
- Circuitos derivados del segundo nivel
- Circuitos derivados del tercer nivel (solo para el edificio M-D)

Se muestran también los diagramas de tableros auxiliares, si existieran; también se describe la clasificación del circuito (iluminación o fuerza).

Figura 21. Diagrama unifilar acometida edificio M-90

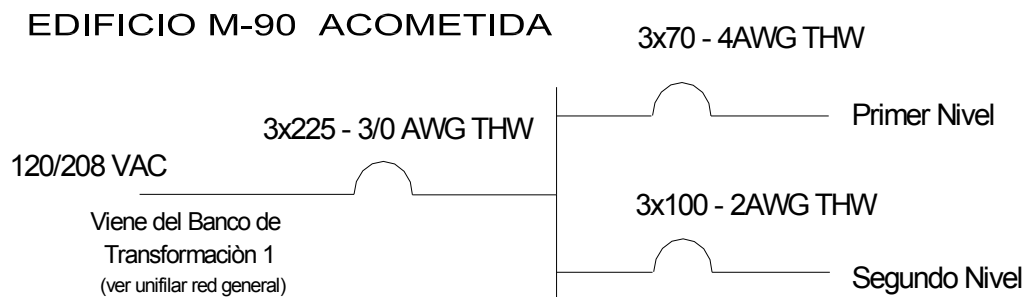


Figura 22. Diagrama unifilar distribución primer nivel edificio M-90

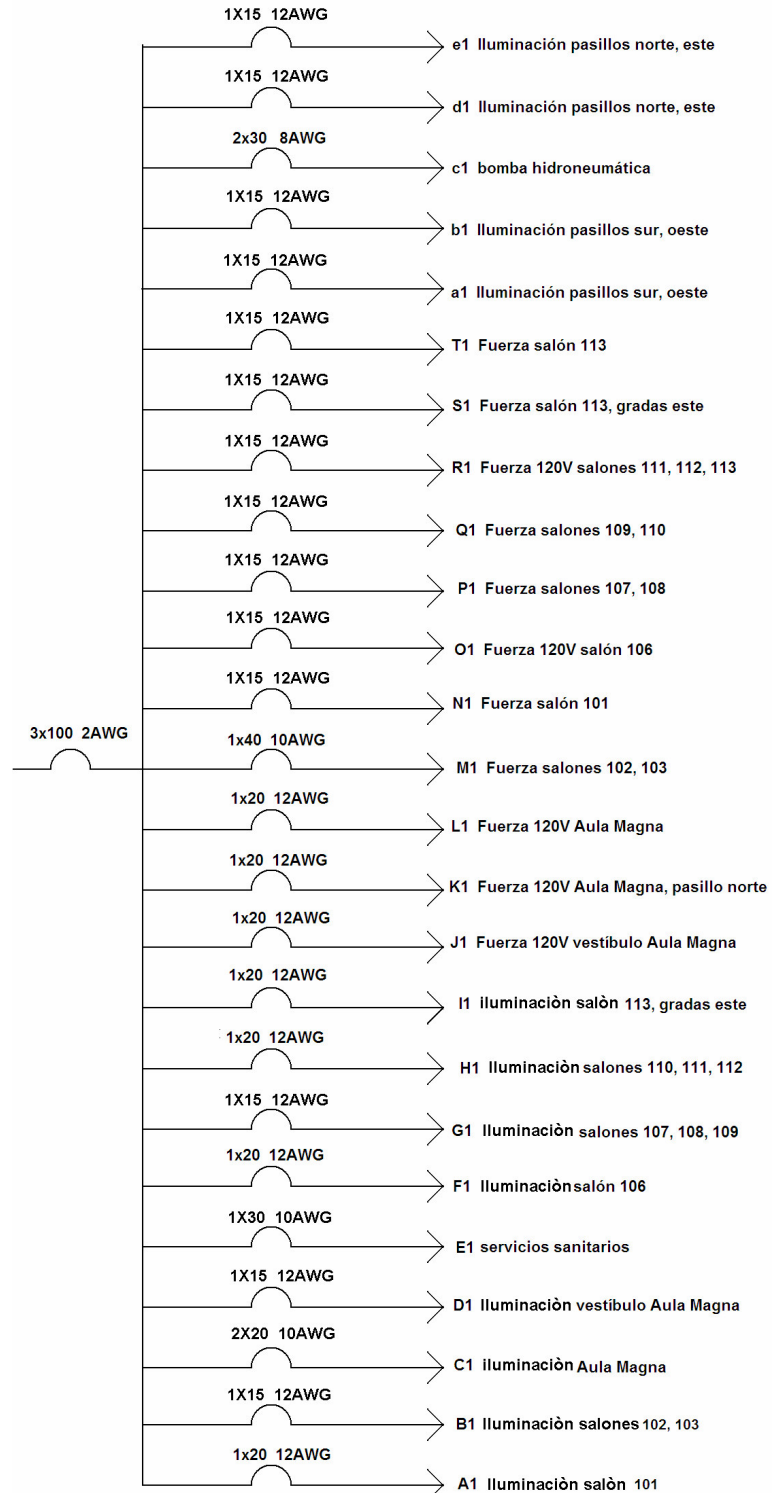


Figura 23. Diagrama unifilar distribución segundo nivel edificio M-90

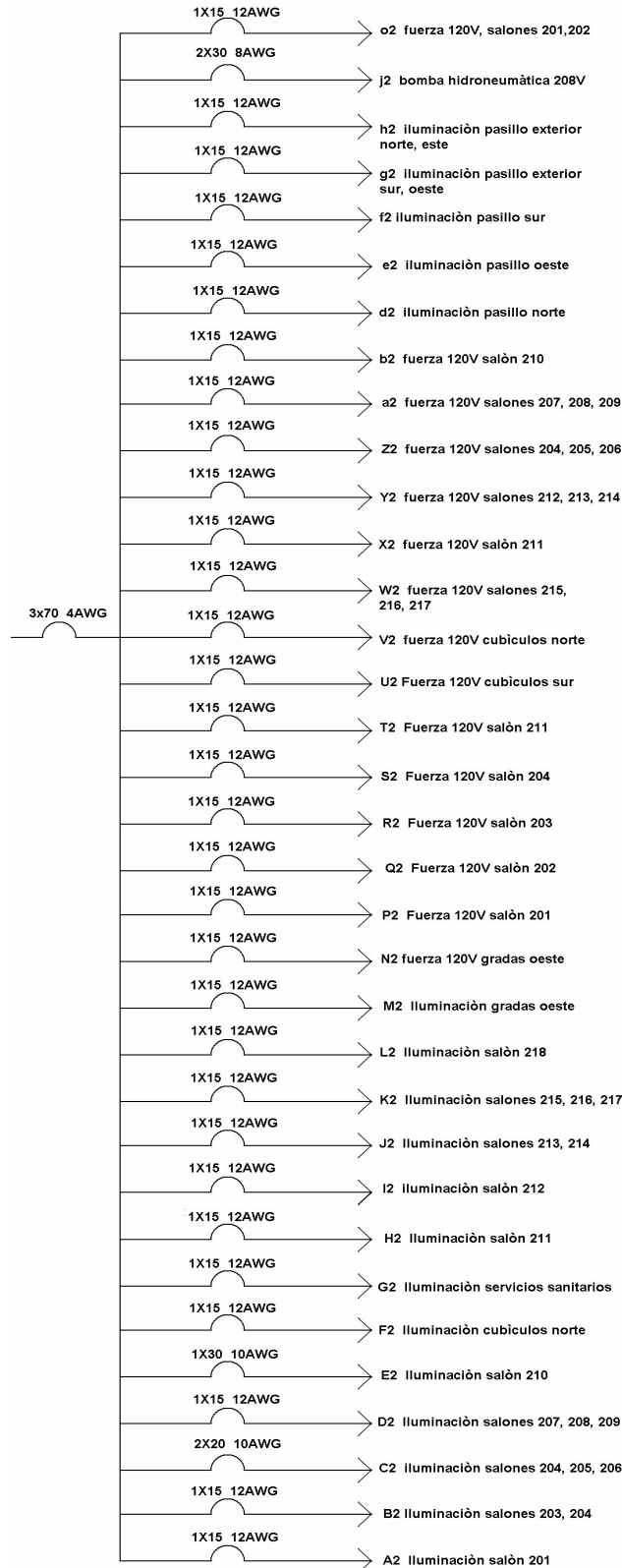


Figura 24. Diagrama unifilar acometida edificio M-D

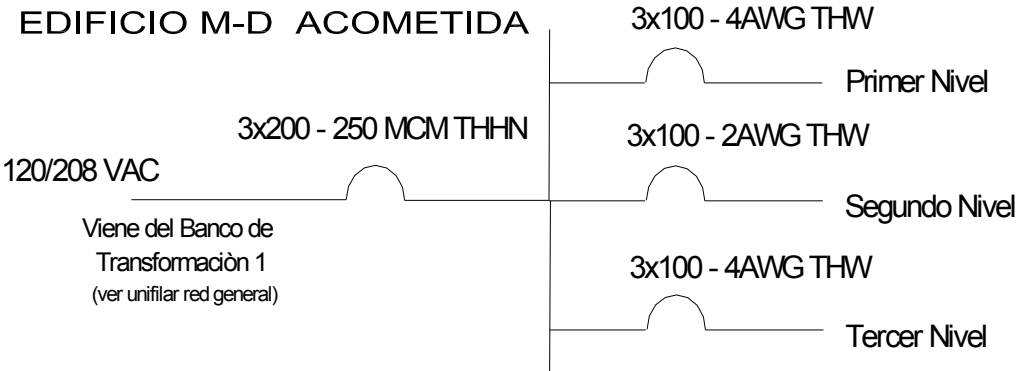


Figura 25. Diagrama unifilar distribución primer nivel edificio M-D

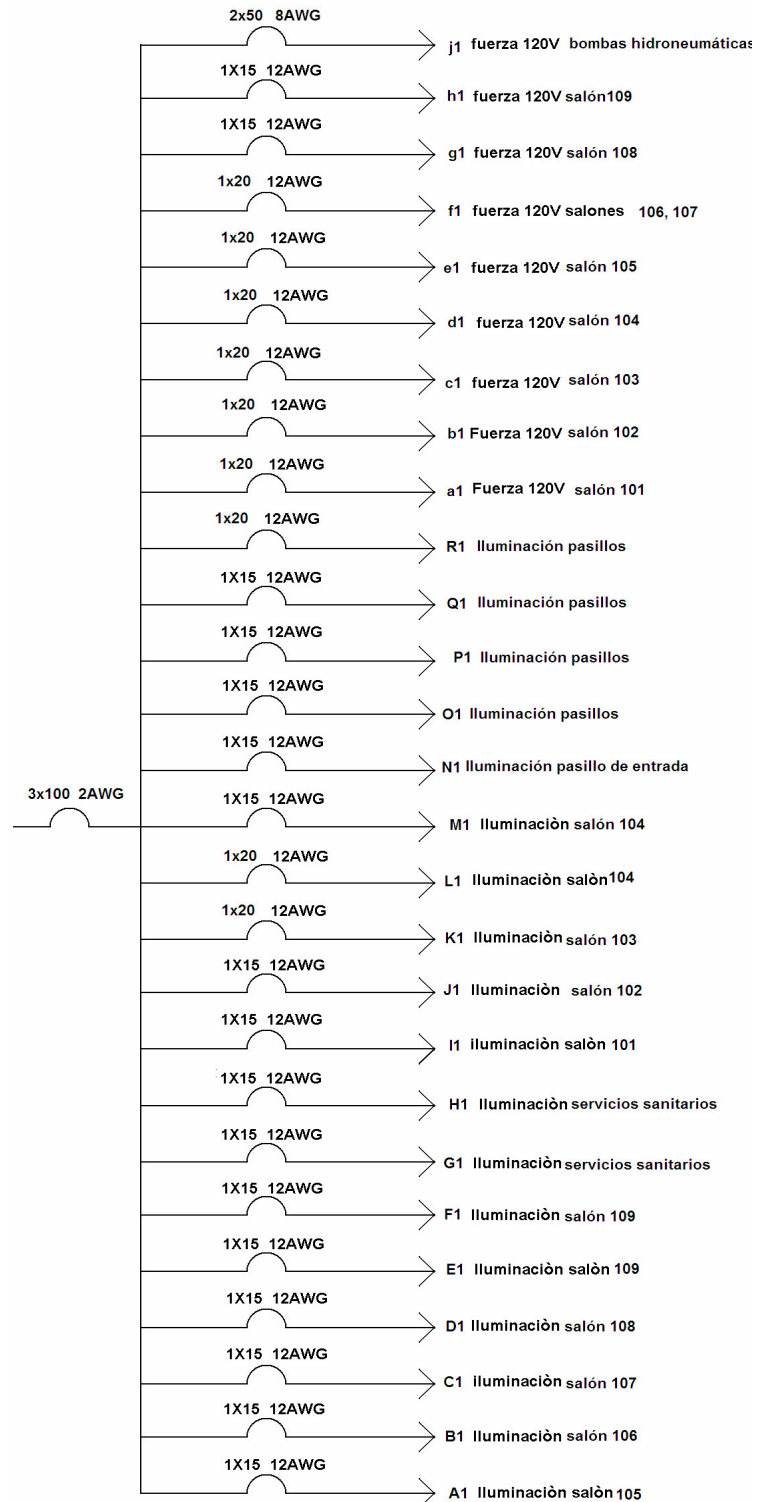


Figura 26. Diagrama unifilar distribución segundo nivel edificio M-D

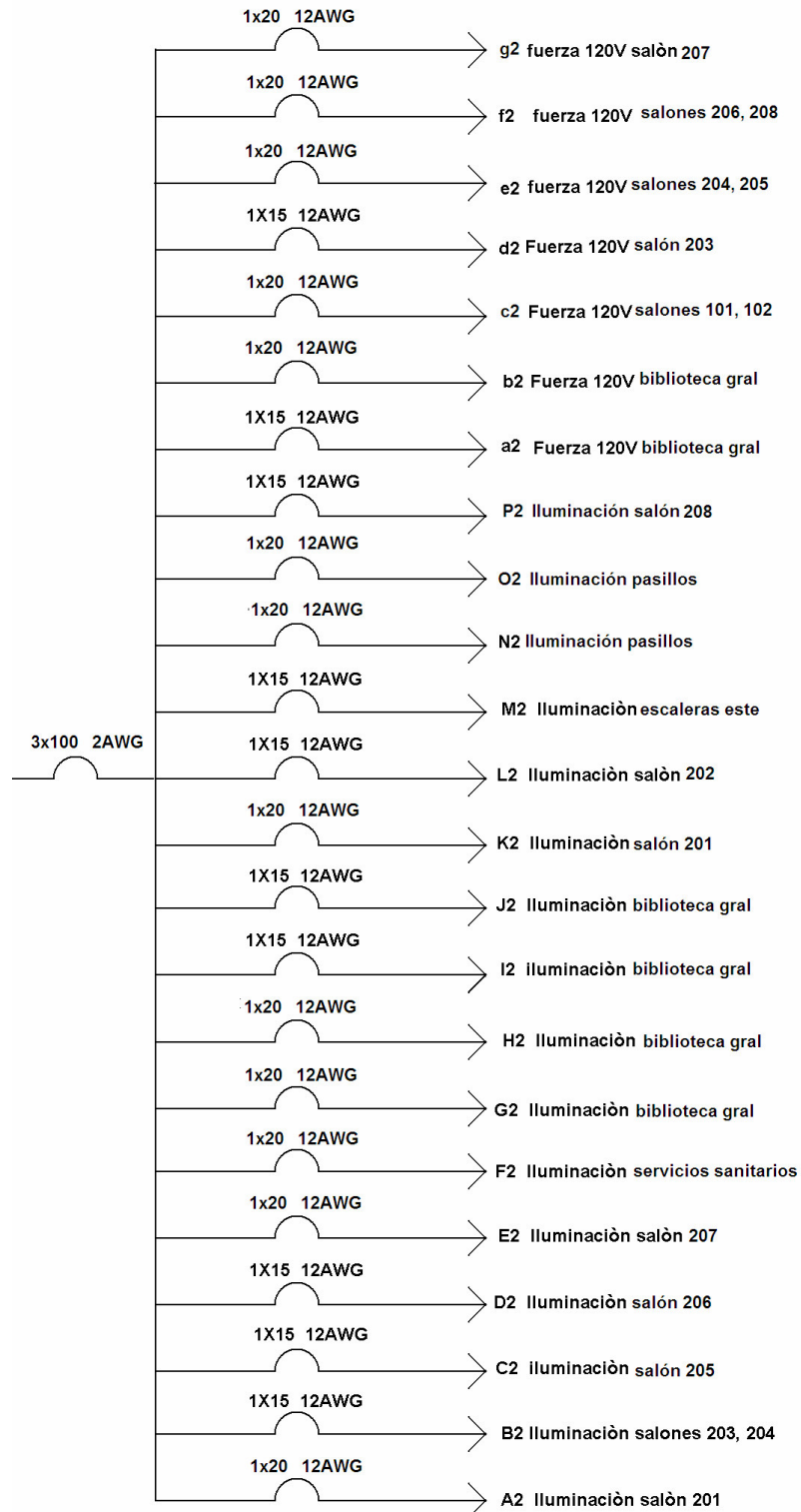


Figura 27. Diagrama unifilar distribución tercer nivel edificio M-D

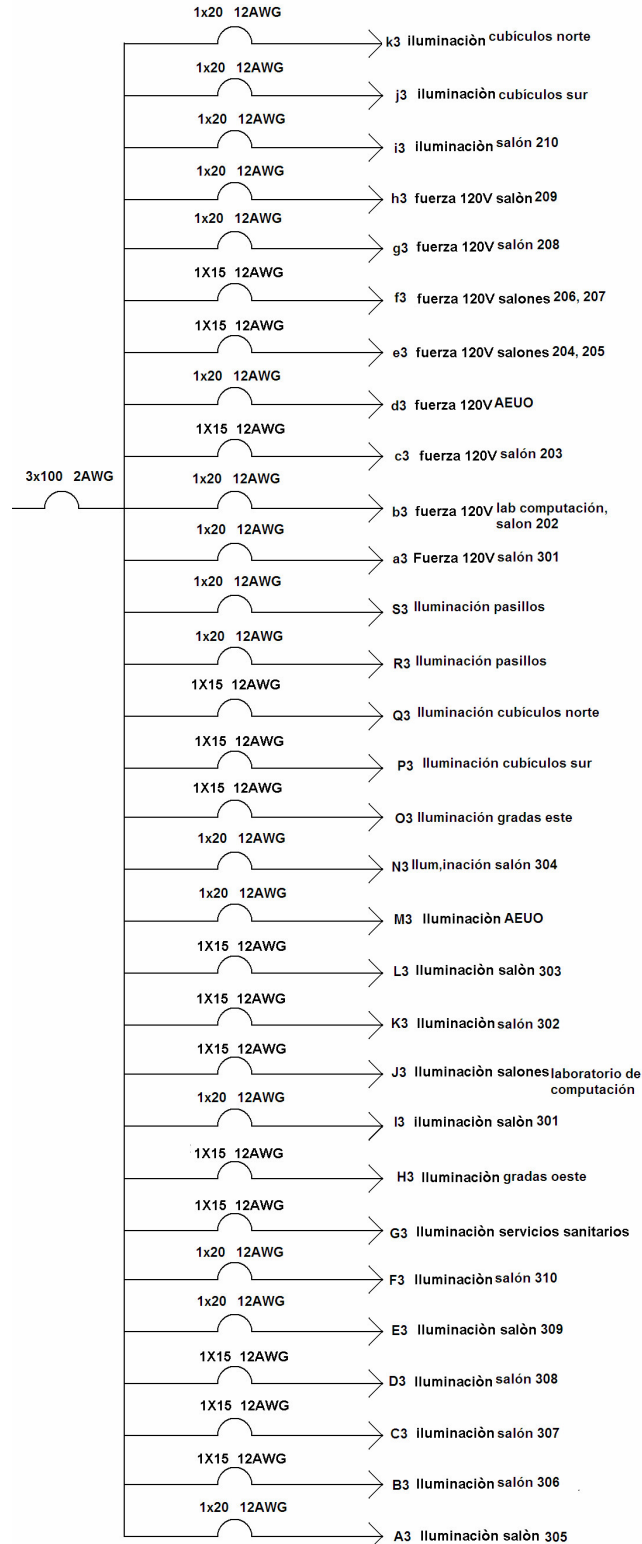
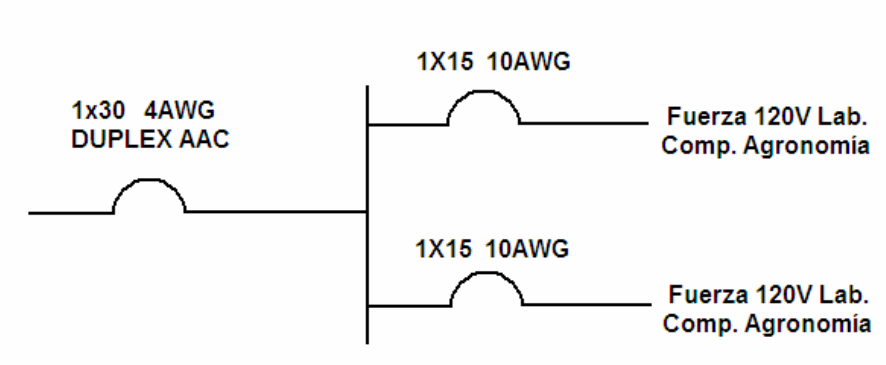


Figura 28. Diagrama unifilar tablero auxiliar edificio M-D



3. ANÁLISIS TEÓRICO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS ACTUALES

3.1. Cálculo de conductores

Los conductores eléctricos constituyen un elemento fundamental en toda instalación eléctrica, razón por la cual, de su correcto dimensionamiento depende la efectividad en el funcionamiento de la red eléctrica y la duración de su vida útil. Para el cálculo de los conductores eléctricos se emplearán los métodos de caída de tensión y por capacidad de corriente, con el fin de determinar los calibres AWG (American Wire Gage) o MCM (miles de circular mils) que permiten obtener el diseño de un sistema seguro y económico. El resultado del cálculo que arroje el conductor de mayor sección transversal será el que se seleccione siempre.

3.1.1. Cálculo por caída de tensión

Se conoce como caída de tensión a la diferencia existente entre el voltaje aplicado al extremo alimentador de una instalación y el obtenido en cualquier punto de la misma. Normalmente la caída máxima de voltaje permitida es de 3% para el circuito alimentador o principal y el 2% para los circuitos derivados, sin que la suma de los dos sea más del 5%.

Para determinar el calibre del conductor a elegir, se emplea la siguiente ecuación:

$$A = \frac{I * L}{e * k}$$

Donde:

e: porcentaje de caída de tensión en %

L: ($\sqrt{3}$ *distancia); para circuitos trifásicos y (2*distancia); para circuitos monofásicos

k: 57mm²/Ω*m para conductor de cobre

Este método se utilizará para hacer los cálculos respectivos mostrados en las tablas XIV a la XIX.

3.1.2. Cálculo por capacidad de conducción de corriente

Se procede a construir una tabla donde se detalla la carga instalada y la demanda máxima estimada (D.M.E.) de cada uno de los niveles y la suma de estos se utiliza para saber la corriente total para la selección de conductores.

Todo lo anterior, con las ecuaciones siguientes:

Para calcular la carga instalada por circuito se utilizará la siguiente ecuación:

$$Carga_instalada = (P \times UP)$$

Donde:

P: potencia en VA por unidad

UP: cantidad de unidades por carga

Ahora, para calcular la carga demandada o demanda máxima estimada (D.M.E.), se utilizará la siguiente ecuación:

$$D.M.E. = (Carga_instalada \times F.D.)$$

Donde:

D.M.E.: carga demandada o demanda máxima estimada

F.D.: factor de demanda o de utilización

El paso siguiente, es calcular la corriente nominal de del circuito, esto se calcula con la ecuación siguiente:

$$I_{nom} = \frac{Carga_instalada}{V_{nom}}$$

Donde:

V_{nom}: voltaje nominal

La corriente de diseño o nominal del cable esta dada por la siguiente ecuación:

$$I_{nom_cable} = I_{nom} \times 1.25$$

A continuación se presentan los cálculos tanto de caída de tensión como de capacidad de conducción de corriente, desglosado por cada circuito de piso en el edificio M-90.

Tabla XIV. Cálculo de conductores primer nivel edificio M-90

Circuito	Factor de Demanda	Carga Instalada D.M.E.	Voltaje	Corriente	Distancia	Área	Corriente de diseño	Calibres obtenidos		Calibre Conductor Elegido	Rango de Protección Elegido
								Por caída de tensión	Por conducción de corriente		
F.D	(VA)	(V)	(A)	(mts)	(mm ²)	(A)	(AWG)	(AWG)	(AWG - THW)	Termomag	
A1	1	1584	120	13.20	10	1.29	16.50	14	12	12	1x20
B1	1	1320	120	11.00	13	1.39	13.75	14	12	12	1x15
C1	1	1320	120	11.00	22.5	2.41	13.75	12	12	12	1x15
D1	1	748	120	6.23	37.5	2.28	7.79	14	12	12	1x15
E1	1	1727	120	14.39	40	5.61	17.99	10	12	10	1x20
F1	1	1320	120	11.00	49	5.25	13.75	10	12	10	1x15
G1	1	1584	120	13.20	29	3.73	16.50	12	12	12	1x20
H1	1	1584	120	13.20	15	1.93	16.50	14	12	12	1x20
I1	1	1395	120	11.63	19	2.15	14.53	12	12	12	1x20
J1	0.6	864	120	12.00	43	5.03	9.00	10	12	10	1x20
K1	0.6	864	120	12.00	28	3.27	9.00	12	12	12	1x20
L1	0.6	1728	120	24.00	35	8.19	18.00	8	10	8	1x40
M1	0.6	648	120	9.00	18	1.58	6.75	14	12	12	1x15
N1	0.6	648	120	9.00	15	1.32	6.75	14	12	12	1x15
O1	0.6	756	120	10.50	54	5.53	7.88	10	12	10	1x15
P1	0.6	648	120	9.00	35	3.07	6.75	12	12	12	1x15
Q1	0.6	756	120	10.50	25	2.56	7.88	12	12	12	1x15
R1	0.6	756	120	10.50	20	2.05	7.88	12	12	12	1x15
S1	0.6	324	120	4.50	24	1.05	3.38	14	12	12	1x15
T1	0.6	324	120	4.50	15	0.66	3.38	14	12	12	1x15
a1	1	792	120	6.60	20	1.29	8.25	14	12	12	1x15
b1	1	748	120	6.23	20	1.22	7.79	14	12	12	1x15
c1	0.6	2238	208	17.93	10	1.75	13.45	12	10	10	2x30
d1	1	792	120	6.60	20	1.29	8.25	14	12	12	1x15
e1	1	748	120	6.23	20	1.22	7.79	14	12	12	1x15

Tabla XV. Cálculo de conductores segundo nivel edificio M-90

Circuito	Factor de Demanda	Carga Instalada D.M.E.	Voltaje	Corriente	Distancia	Área	Corriente de diseño	Calibres obtenidos		Calibre Conductor Elegido	Rango de Protección Elegido
								Por caída de tensión	Por conducción de corriente		
F.D	(VA)	(V)	(A)	(mts)	(mm ²)	(A)	(AWG)	(AWG)	(AWG - THW)	Termomag	
A2	1	1232	120	10.27	13.00	1.30	12.83	14	12	12	1x15
B2	1	1232	120	10.27	25.00	2.50	12.83	14	12	12	1x15
C2	1	1584	120	13.20	22.00	2.83	16.50	12	12	12	1x20
D2	1	1584	120	13.20	29.00	3.73	16.50	10	12	10	1x15
E2	1	1320	120	11.00	40.00	4.29	13.75	10	12	10	1x15
F2	1	1118	120	9.32	18.00	1.63	11.65	14	12	12	1x15
G2	1	528	120	4.40	43.00	1.84	5.50	14	12	12	1x15
H2	1	1320	120	11.00	58.00	6.22	13.75	10	12	10	1x15
I2	1	1056	120	8.80	44.00	3.77	11.00	12	12	12	1x15
J2	1	1320	120	11.00	29.00	3.11	13.75	12	12	12	1x15
K2	1	1586	120	13.22	17.00	2.19	16.52	14	12	12	1x20
L2	1	836	120	6.97	18.00	1.22	8.71	14	12	10	1x15
M2	0.6	1000	120	8.33	13.00	1.06	10.42	14	12	12	1x15
N2	0.6	1260	120	10.50	20.00	2.05	13.13	12	12	12	1x15
P2	1	796	120	6.63	6.00	0.39	8.29	14	12	12	1x15
Q2	0.6	2160	120	18.00	22.50	3.95	22.50	12	12	10	1x30
R2	0.6	1260	120	10.50	28.00	2.87	13.13	12	12	12	1x15
S2	0.6	1080	120	9.00	22.00	1.93	11.25	12	12	12	1x15
T2	0.6	1440	120	12.00	48.50	5.67	15.00	10	12	10	1x20
U2	0.6	1440	120	12.00	12.00	1.40	15.00	14	12	12	1x20
V2	0.6	1440	120	12.00	13.00	1.52	15.00	14	12	12	1x20
W2	0.6	1260	120	10.50	16.00	1.64	13.13	14	12	12	1x15
X2	0.6	1440	120	12.00	42.00	4.91	15.00	10	12	10	1x20
Y2	0.6	1080	120	9.00	44.00	3.86	11.25	12	12	12	1x15
Z2	0.6	1620	120	13.50	29.00	3.82	16.88	12	12	12	1x20
a2	0.6	1440	120	12.00	32.00	3.74	15.00	12	12	12	1x20
b2	0.6	1440	120	12.00	48.00	5.61	15.00	12	12	12	1x20
d2	1	748	120	6.23	10.00	0.61	7.79	14	12	12	1x20
e2	1	792	120	6.60	13.00	0.84	8.25	14	12	12	1x15
f2	1	748	120	6.23	13.00	0.79	7.79	14	12	12	1x15
g2	1	1200	120	10.00	15.00	1.46	12.50	14	12	12	1x15
h2	1	1200	120	10.00	15.00	1.46	12.50	14	12	12	1x15
j2	0.6	3730	120	17.93	22.50	3.93	22.42	12	10	10	2x30
o2	0.6	1080	120	9.00	25.00	2.19	11.25	12	12	12	1x20

Tabla XVI. Cálculo de conductores acometida edificio M-90

	VA	Vn 3 ϕ - 4h	Inominal acometida	Corriente diseño	Calibre conductor	Protección
Nivel 1	26216	208	72.77	90.96	2 AWG THW	3x100 A
Nivel 2	34702	208	96.32	120.40	2 AWG THW	3x125 A
Acometida	60918	208	169.09	211.36	3/0 - AWG	3x225 A

A continuación se presentan los cálculos, tanto de caída de tensión, como de capacidad de conducción de corriente, desglosado por cada circuito de piso en el edificio M-D.

Tabla XVII. Cálculo de conductores primer nivel edificio M-D

Circuito	Factor de Demanda	Carga Instalada D.M.E. (VA)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Distancia (mts)	Área (mm ²)	Corriente de diseño (A)	Por caída de tensión (AWG)	Calibres Obtenidos		
									Por conducción de corriente (AWG)	Calibre Conductor Elegido (AWG-THW)	Rango de Protección Elegido Termomag
A1	1	1320	120	11.00	9.00	0.96	13.75	14	12	12	1x15
B1	1	1056	120	8.80	13.00	1.12	11.00	14	12	12	1x15
C1	1	1056	120	8.80	20.00	1.72	11.00	14	12	12	1x15
D1	1	1056	120	8.80	28.00	2.40	11.00	12	12	12	1x15
E1	1	1232	120	10.27	38.00	3.80	12.83	10	12	10	1x15
F1	1	616	120	5.13	38.00	1.90	6.42	14	12	12	1x15
G1	1	616	120	5.13	40.00	2.00	6.42	14	12	12	1x15
H1	1	872	120	7.27	44.00	3.12	9.08	12	12	12	1x15
I1	1	1056	120	8.80	50.00	4.29	11.00	10	12	10	1x15
J1	1	1584	120	13.20	50.00	6.43	16.50	8	12	8	1x20
K1	1	1584	120	13.20	39.00	5.02	16.50	10	12	10	1x20
L1	1	1232	120	10.27	29.00	2.90	12.83	12	12	12	1x15
M1	1	616	120	5.13	29.00	1.45	6.42	14	12	12	1x15
N1	1	704	120	5.87	10.00	0.57	7.33	14	12	12	1x15
O1	1	1364	120	11.37	15.00	1.66	14.21	14	12	12	1x15
P1	1	1364	120	11.37	15.00	1.66	14.21	14	12	12	1x15
Q1	1	1512	120	12.60	35.00	4.30	15.75	10	12	10	1x20
R1	1	1512	120	12.60	35.00	4.30	15.75	10	12	10	1x20
a1	0.6	864	120	12.00	20.00	2.34	15.00	12	12	12	1x20
b1	0.6	864	120	12.00	20.00	2.34	15.00	12	12	12	1x20
c1	0.6	864	120	12.00	25.00	2.92	15.00	12	12	12	1x20
d1	0.6	756	120	10.50	25.00	2.56	13.13	12	12	12	1x20
e1	0.6	864	208	6.92	46.00	3.10	8.65	12	12	12	1x15
f1	0.6	864	120	12.00	46.00	5.38	15.00	8	12	8	1x20
g1	0.6	756	120	10.50	25.00	2.56	13.13	12	12	12	1x15
h1	0.6	864	120	12.00	25.00	2.92	15.00	12	12	12	1x15
j1	0.6	4695.12	208	37.62	22.00	8.07	47.03	8	8	8	2x60

Tabla XVIII. Cálculo de conductores segundo nivel edificio M-D

Circuito	Factor de Demanda	Carga Instalada D.M.E. (VA)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Distancia (mts)	Área (mm ²)	Corriente de diseño (A)	Por caída de tensión (AWG)	Calibres Obtenidos		
									Por conducción de corriente (AWG)	Calibre Conductor Elegido (AWG-THW)	Rango de Protección Elegido Termomag
A2	1	1404	120	11.7	5.00	0.57	14.625	14	12	12	1X20
B2	1	1056	120	8.8	14.00	1.20	11	14	12	12	1X15
C2	1	1056	120	8.8	23.00	1.97	11	14	12	12	1X15
D2	1	1056	120	8.8	33.00	2.83	11	12	12	12	1X15
E2	1	1404	120	11.7	39.00	4.45	14.625	10	12	10	1X20
F2	1	1404	120	11.7	47.00	5.36	14.625	10	12	10	1X20
G2	1	1404	120	11.7	39.00	4.45	14.625	10	12	10	1X20
H2	1	1584	120	13.2	39.00	5.02	16.5	10	12	10	1X20
I2	1	880	120	7.333	35.00	2.50	9.1667	12	12	12	1X15
J2	1	1232	120	10.27	35.00	3.50	12.833	10	12	10	1X15
K2	1	1496	120	12.47	27.00	3.28	15.583	12	12	12	1X20
L2	1	1056	120	8.8	20.00	1.72	11	14	12	12	1X15
M2	1	880	120	7.333	8.00	0.57	9.1667	14	12	12	1X15
N2	1	1364	120	11.37	10.00	1.11	14.208	14	12	12	1X20
O2	1	1364	120	11.37	10.00	1.11	14.208	14	12	12	1X20
P2	1	1056	120	8.8	46.00	3.95	11	8	12	8	1X15
a2	0.6	633.6	120	8.8	20.00	1.72	11	14	12	12	1X15
b2	0.6	864	120	12	20.00	2.34	15	12	12	12	1X20
c2	0.6	756	120	10.5	35.00	3.58	13.125	10	12	10	1X20
d2	0.6	648	120	9	35.00	3.07	11.25	12	12	12	1X15
e2	0.6	864	120	12	4.00	0.47	15	14	12	12	1X20
f2	0.6	756	120	10.5	35.00	3.58	13.125	10	12	10	1X20
g2	0.6	864	120	12	20.00	2.34	15	12	12	12	1X20

Tabla XIX. Cálculo de conductores tercer nivel edificio M-D

Circuito	Factor de Demanda	Carga Instalada D.M.E. (VA)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Distancia (mts)	Área (mm ²)	Corriente de diseño (A)	Por caída de tensión (AWG)	Calibres Obtenidos		
									Por conducción de corriente (AWG)	Calibre Conductor Elegido (AWG-THW)	Rango de Protección Elegido Termomag
A3	1	1760	120	14.67	3.00	0.43	18.333	14	12	12	1x20
B3	1	1056	120	8.8	20.00	1.72	11	14	12	12	1x15
C3	1	1056	120	8.8	29.00	2.49	11	12	12	12	1x15
D3	1	1056	120	8.8	34.00	2.92	11	12	12	12	1x15
E3	1	1760	120	14.67	37.00	5.29	18.333	10	12	10	1x20
F3	1	1404	120	11.7	48.00	5.47	14.625	10	12	10	1x20
G3	1	880	120	7.333	53.00	3.79	9.1667	10	12	10	1x15
H3	1	704	120	5.867	53.00	3.03	7.3333	12	12	12	1x15
I3	1	1760	120	14.67	55.00	7.86	18.333	8	12	8	1x20
J3	1	1056	120	8.8	46.00	3.95	11	10	12	10	1x15
K3	1	1056	120	8.8	37.00	3.17	11	12	12	12	1x15
L3	1	1056	120	8.8	28.00	2.40	11	12	12	12	1x15
M3	1	1760	120	14.67	25.00	3.57	18.333	10	12	10	1x20
N3	1	1404	120	11.7	23.00	2.62	14.625	12	12	12	1x20
O3	1	1056	120	8.8	8.00	0.69	11	14	12	12	1x15
P3	1	880	120	7.333	20.00	1.43	9.1667	14	12	12	1x15
Q3	1	880	120	7.333	23.00	1.64	9.1667	14	12	12	1x15
R3	1	1672	120	13.93	15.00	2.04	17.417	14	12	12	1x20
S3	1	1672	120	13.93	15.00	2.04	17.417	14	12	12	1x20
a3	0.6	864	120	12	20.00	2.34	15	12	12	12	1x20
b3	0.6	864	120	12	20.00	2.34	15	12	12	12	1x20
c3	0.6	756	120	10.5	35.00	3.58	13.125	10	12	10	1x15
d3	0.6	864	120	12	35.00	4.09	15	10	12	10	1x20
e3	0.6	756	120	10.5	40.00	4.09	13.125	10	12	10	1x15
f3	0.6	756	120	10.5	42.00	4.30	13.125	10	12	10	1x15
g3	0.6	864	120	12	49.00	5.73	15	8	12	8	1x20
h3	0.6	864	120	12	35.00	4.09	15	10	12	10	1x20
i3	0.6	756	120	10.5	35.00	3.58	13.125	10	12	10	1x20
j3	0.6	756	120	10.5	20.00	2.05	13.125	14	12	12	1x20
k3	0.6	864	120	12	20.00	2.34	15	12	12	12	1x20

Tabla XX. Cálculo de conductores acometida edificio M-D

	VA	Vn 3 ϕ - 4h	Inominal acometida	Corriente diseño	Calibre conductor	Protección
Nivel 1	31743.12	208	88.11	110.14	2 AWG THW	3x125 A
Nivel 2	25081.6	208	69.62	87.02	4 AWG THW	3x125 A
Nivel 3	32892.12	208	91.30	114.12	2 AWG THW	3x125 A
Acometida	89716.84	208	249.03	311.29	300 MCM	3x325 A

Para conductores de circuitos de iluminación y fuerza se recomienda instalar cable tipo THW dado las cualidades eléctricas y físicas de este, mientras que para alimentación de tableros y acometida se recomienda cable tipo THHN.

3.2. Cálculo de tuberías

El número de conductores que pueden conducirse por un sistema de canalización debe limitarse de manera tal que permita facilitar el alojamiento y manipulación de los conductores durante la instalación, y que una vez instalados cuenten con una adecuada ventilación que permita disipar el calor generado por los conductores en operación.

Para circuitos conducidos en canaleta, se recomienda ocupar un 55% del área total de ésta, calculando primero la suma total del área de todos los conductores que se transportarán en ésta, pudiendo tomar como referencia la siguiente tabla:

Tabla XXI. Área de conductores en canaleta edificio M-90

TUBERÍAS EDIFICIO M-90			
Cantidad	Calibre AWG THW	Area por conductor (plg²)	Área total (plg²)
Primer Nivel			
2	8	0.0526	0.1052
6	10	0.0311	0.1866
6	12	0.0251	0.1506
14	14	0.0206	0.2884
Suma total del área			0.7308
Segundo Nivel			
4	8	0.0526	0.2104
14	10	0.0311	0.4354
6	12	0.0251	0.1506
2	14	0.0206	0.0412
Suma total del área			0.8376

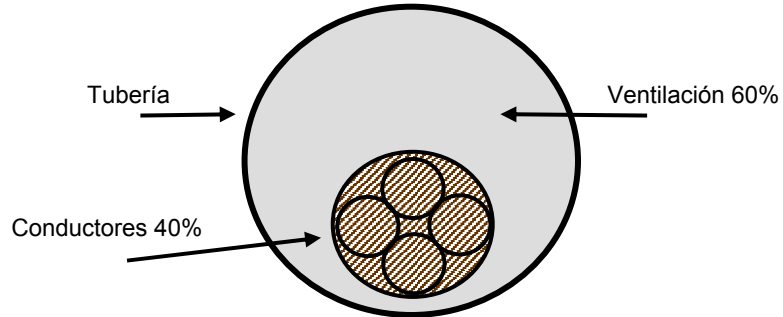
Tabla XXII. Área de conductores en canaleta edificio M-D

TUBERÍAS EDIFICIO M-D			
Cantidad	Calibre AWG THW	Area por conductor (plg²)	Área total (plg²)
Primer Nivel			
2	8	0.0526	0.1052
6	10	0.0311	0.1866
6	12	0.0251	0.1506
14	14	0.0206	0.2884
Suma total del área			0.7308
Segundo Nivel			
4	8	0.0526	0.2104
14	10	0.0311	0.4354
6	12	0.0251	0.1506
2	14	0.0206	0.0412
Suma total del área			0.8376
Tercer Nivel			
4	8	0.0526	0.2104
14	10	0.0311	0.4354
6	12	0.0251	0.1506
2	14	0.0206	0.0412
Suma total del área			0.8376

Tomando como referencia el área total de los conductores en el segundo y tercer nivel de ambos edificios, se considera que la 0.8376 pulg² conforman el 55% del área total de la canaleta, por lo que aplicando una operación matemática (regla de tres) se obtiene el área necesaria de la canaleta recomendada la cual será de 1.33 pulg², o sea, 2 pulgadas en tamaño comercial.

En cálculo de tuberías para una ideal área de ventilación de conductores en tubería, se debe cumplir, con que los conductores ocupen el 40% del área del 100% total de la tubería, esto según el NEC-99.

Figura 29. Porcentaje ideal de ventilación de conductores



$$\text{Área tubería (100\%)} = \text{Área ventilación (60\%)} + \text{Área conductores (40\%)}$$

Analíticamente se calcula con la ayuda de las siguientes ecuaciones.

Se calcula la sumatoria total de áreas de los conductores que irán alojados en la tubería, dato que se divide dentro del porcentaje que se les asigna a los conductores dentro de dicha tubería (40%), lo que nos dará como resultado el área total (pulg²) de la tubería.

$$A = \frac{a}{F}$$

Donde:

A: área total del la tubería en pulg²

a: sumatoria de las área individuales de los conductores en tubo en pulg²

F: porcentaje destinado a los conductores dentro de la tubería en %

Dado que los fabricantes de tuberías dan los datos en diámetros y no el área del producto, se calcula el diámetro:

$$d = \sqrt{\frac{A * 4}{\pi}}$$

Donde:

d: diámetro de la tubería en pulgadas

A: área obtenida de la tubería en pulg²

Tabla XXIII. Cantidad de conductores por tubería

Calibre AWG ó MCM	Tipo de aislante TW ó THW	Diámetro de tubería en pulgadas					
		1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
	Área aproximada (pulg ²)	Cantidad de conductores					
14	0.0206	4	6	10	18	25	41
12	0.0251	3	5	8	15	21	34
10	0.0311	1	4	7	13	17	29
8	0.0526	1	3	4	7	10	17
6	0.0819	1	1	3	4	6	10
4	0.1087	1	1	1	3	5	8
2	0.1473		1	1	3	3	6
1/0	0.2367			1	1	2	4
2/0	0.2781			1	1	1	3
3/0	0.3288			1	1	1	3
4/0	0.3904				1	1	2

3.3. Cálculo de lúmenes

3.3.1. Iluminación de interiores

Para el diseño del sistema de alumbrado de los diferentes locales y ambientes internos del edificio, se empleará un nivel de iluminación general. El método de cavidad zonal es idóneo y se demostrará haciendo el cálculo para uno de los salones de clase de este edificio.

Se utilizarán los siguientes niveles de reflexión promedios:

Tabla XXIV. Niveles estándar de reflexión de los colores

Color	Reflexion
Blanco	70%
Claro	50%
Medio	30%
Oscuro	10%

Fuente: www.phillips.com.mx/iluminacion_int.25.com

Lugar: *salón 209, edificio M-D*

Dimensiones: *11.00m ancho, 11.00m largo y 3.30m alto*

Plano de trabajo: *0.75m*

Cavidad de techo: *0.30 m*

Colores: *blanco (techo), crema (pared), gris (piso)*

Grado de contaminación y suciedad: *intermedio*

Nivel recomendado de iluminación: *300 luxes*

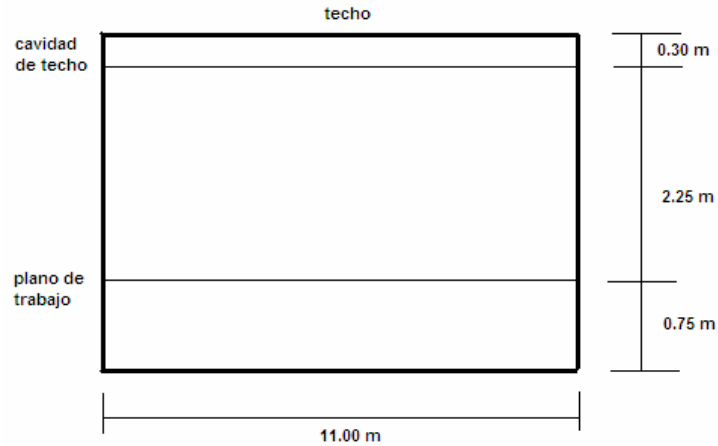
Reflectancias: *80% techo, 50% pared y 20% piso*

Lámpara elegida: *tipo T8 de 40W y 2850 lúmenes-65 lum/m marca Phillips*

Factor de depreciación: *0.83*

El nivel de iluminación corresponde al recomendado en el Libro Instalaciones Eléctricas de Bratu y Campero (ver tabla B-2, anexo B).

Figura 30. Dimensiones del local



Determinamos entonces la relación de cavidad con la siguiente ecuación:

$$RCR = \frac{5 * h * (largo + ancho)}{largo * ancho}$$

Donde:

RCR: relación de cavidad

h: altura de cavidad de pared, piso o techo que se este trabajando

Aplicando la ecuación anterior se obtienen los valores para las relaciones de cavidad de techo, pared y piso.

$$RCR_{(techo)} = \frac{5 * 0.30(11.00 + 11.00)}{(11.00 + 11.00)} = 0.27$$

$$RCR_{(pared)} = \frac{5 * 2.25(11.00 + 11.00)}{(11.00 * 11.00)} = 2.045$$

$$RCR_{(piso)} = \frac{5 * 0.75(11.00 + 11.00)}{(11.00 * 11.00)} = 0.68$$

Entonces las relaciones de cavidad y porcentaje de reflectancia son:

Cavidad	Reflectancia %	RCR
Techo	80	0.27
Pared	50	2.045
Piso	20	0.68

Con un factor de degradación de 0.73 y un factor de depreciación de 0.93, tenemos un factor de mantenimiento de 0.61.

Para el cálculo del coeficiente de utilización (CU) de la luminaria, se tiene la relación de espaciamiento máximo de la luminaria a la altura de montaje (S/MH) de 1.3 (ver tabla B-3, apéndice B). Para obtener el valor del CU se extrapola e interpola entre los valores obtenidos del Boletín de Ingeniería Comercial de Philips, se tiene para el 20% de reflexión de piso un CU de 0.992.

Tabla XXV. Determinación del coeficiente de utilización

	Primera Extrapolación			Segunda Extrapolación			Interpolación
% reflectancia efectiva techo	70	80	90	70	80	90	90
% reflectancia efectiva pared	30	30	30	50	50	50	65
RCR (local)	1	1	1	1	1	1	1
CU	0.82	0.85	Y=0.92	0.85	0.88	Y=0.94	Y=0.992

Ahora se calcula el número de luminarias a instalar por local. Para determinar tal cantidad se utiliza la siguiente ecuación:

$$\# \text{ luminarias} = \frac{NI * \text{área}_{local}}{NL * \text{lumenes}_{por_lámpara} * CU * fm}$$

Donde:

NI: nivel de iluminación

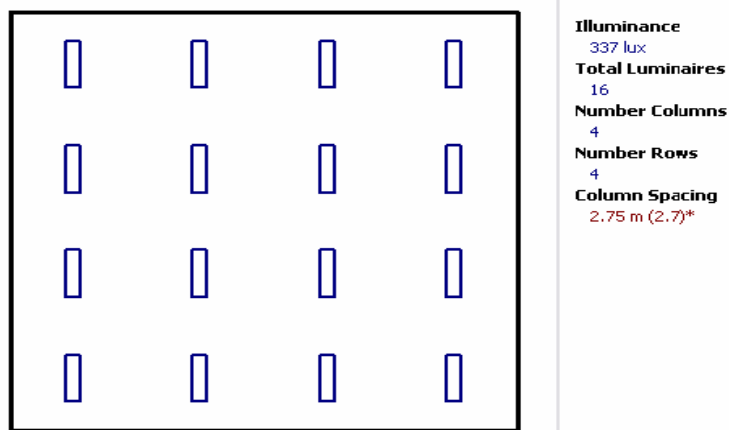
CU: coeficiente de utilización

fm: factor de mantenimiento

NL: número de lámparas p/luminaria

$$\#luminarias = \frac{300 * (11.00 * 11.00)}{2 * 2850 * 0.992 * 0.61} = 14 \text{ _luminarias}$$

Figura 31. Número de luminarias y nivel de iluminación salón 209



El nivel de iluminación y número de luminarias de la gráfica fueron calculados con el programa Visual 3.0.

3.3.2. Iluminación en áreas de parqueo

Los objetivos principales de la iluminación en exteriores, para nuestro caso en áreas de estacionamiento, es brindar a los usuarios seguridad, visibilidad nocturna y ambiente agradable. Existen varios métodos para diseñar un sistema de iluminación para exteriores, como el método punto por punto, el método de curvas isolux, para estos se necesita tener información específica de

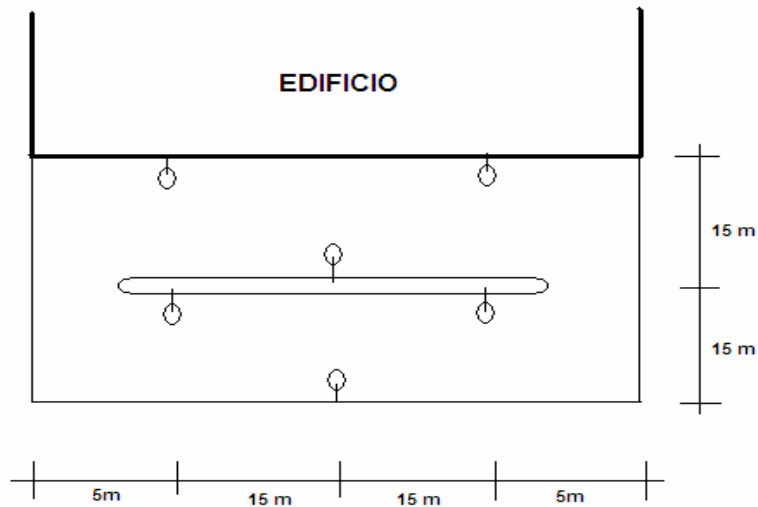
la luminaria proporcionados por el fabricante como curvas fotométricas, ancho del haz, factor de depreciación, vida útil, etc., estos métodos se utilizan cuando las áreas a iluminar son de grandes dimensiones, pero en el caso nuestro, el área a iluminar es relativamente pequeña, por lo que para tal diseño se recurrirá a distribuir uniformemente las unidades de alumbrado, entre distancias que aseguren brindar un nivel de iluminación aceptable.

Para determinar el número de luminarias, altura de montaje, distribución y demás características del sistema de iluminación, utilizamos la tabla de valores para niveles de iluminación recomendados y tabla de configuraciones típicas aceptables de alumbrado exterior (ver anexo B-4, apéndice B) del manual de alumbrado Westinghouse.

El parqueo de ambos edificios tienen las mismas proporciones, con dimensiones de 40 metros de largo y 30 metros de ancho, dividida en dos sectores de 50 metros de largo por 15 metros de ancho, el manual recomienda un nivel de iluminación de 20 luxes para zonas de estacionamiento, según la tabla B-5, anexo B, se colocarán lámparas de mercurio tipo H39KC-175DX de 175 vatios y 6,950 lúmenes de emisión luminosa color amarillo, colocadas en *tresbolillo*.

A continuación se detalla el diseño de distribución de las luminarias en áreas de parqueo.

Figura 32. Distribución de luminarias en áreas de parqueo



Se recomienda montarlas en poste de 30 pies (9.14 metros) a una altura de 9.00 sobre el nivel del piso.

3.4. Diseño de red de tierras

En ambos edificios no se necesita un sistema de tierras complejo, dado que no es factible económicamente, pues no hay mayor equipo eléctrico que proteger. Es suficiente cumplir con los estándares que nombra la Comisión Nacional de Energía Eléctrica en las NTDOID, que dicen:

- Características del Conductor de Tierra:
El conductor de tierra no será menor que el calibre 8 AWG cobre.
- Tipos de Electrodo de Tierra
 - Varillas de cobre: toda varilla debe tener una longitud mínima de 2.5 metros (8 pies) y 5/8" de diámetro (Copperweld).
 - Varilla de acero galvanizado: de 6 pies de largo y diámetro de 5/8".

Medios de conexión a electrodos: hasta donde sea posible, las conexiones a los electrodos deberán ser accesibles. Los medios para hacer estas conexiones deberán proveer la adecuada sujeción mecánica, permanencia y capacidad de conducción de corriente, tal como los siguientes:

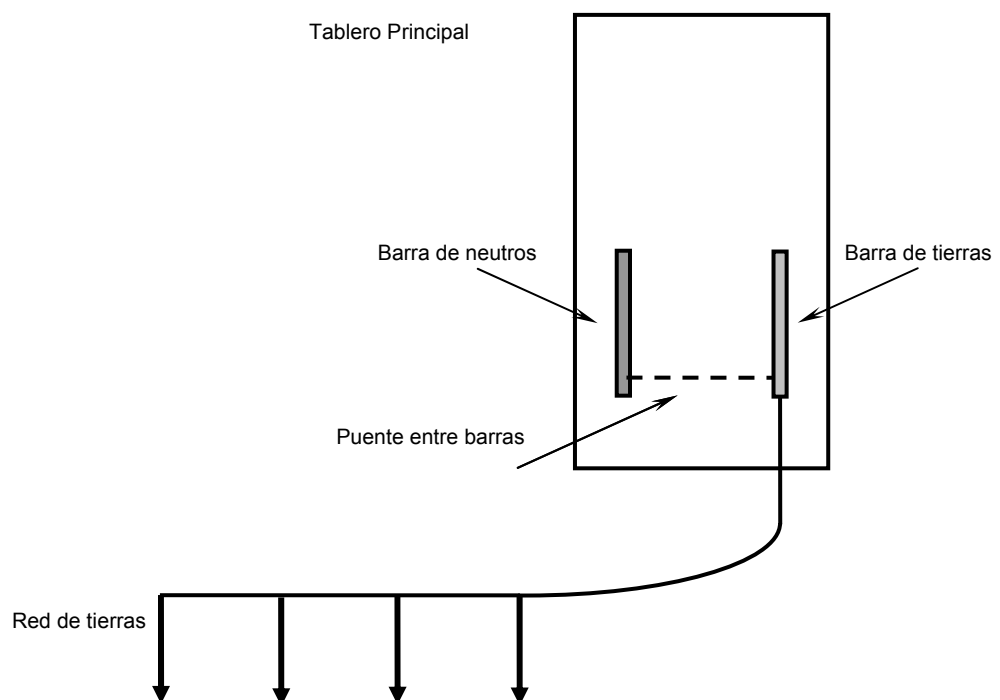
- Una abrazadera, accesorios o soldadura permanentes y efectivos.
- Un conector de bronce con rosca, que penetre bien ajustado en el electrodo
- Los electrodos artificiales o las estructuras conectadas a tierra deberán separarse por lo menos 3.00m de líneas de tuberías usadas para la transmisión de líquidos o gases inflamables que operen a altas presiones (10.5 kg/cm² ó más), a menos que estén unidos eléctricamente y protegidos catódicamente como una sola unidad.
- Cualquier recubrimiento de material no conductor, tal como esmalte ó moho que esté presente sobre las superficies de contacto de electrodos en el punto de la conexión, deberá ser removido completamente donde se requiera, a fin de conservar una buena conexión.

Resistencia a Tierra: el sistema de tierras deberá consistir de uno o más electrodos conectados entre sí. Este sistema deberá tener una resistencia a tierra suficientemente baja, para minimizar los riesgos a las personas, en función de la tensión de paso y de contacto.

- Sistema de un solo electrodo. La resistencia a tierra de una conexión individual a través de un electrodo deberá ser lo más cercana a cero ohmios, y en ningún caso deberá ser mayor de 25 Ohmios. Cuando la resistencia es mayor de 25 ohmios, deberán usarse dos o más electrodos hasta alcanzar este valor.

El cable de referencia de tierra que de la varilla o varillas instaladas será conducido hasta el tablero general del edificio y será aterrizado en su respectiva barra de tierras, la cuál debe interconectarse con la barra de neutros.

Figura 33. Conexión de neutro y tierra en tablero principal



3.5. Cálculo de pararrayos

Las descargas atmosféricas (rayos) tienden a caer en los edificios o estructuras de mayor altura o en objetos o estructuras puntiagudas, dado que, son lugares con mayor concentración de carga. Un objeto o estructura está ciertamente protegido cuando su volumen físico se encuentra por debajo de un cono imaginario cuyo vértice superior es la punta captadora del pararrayos y que tiene como base de radio igual a dos veces la altura de la punta.

Se debe hacer un estudio de evaluación de riesgo de la siguiente manera:

El riesgo por rayo según Franklin de Francia, es evaluado usando varios criterios para determinar la protección necesaria y el nivel de protección requerida (eficiencia).

La evaluación de riesgo toma en cuenta el riesgo por rayo y los factores siguientes:

- **El ambiente del edificio** (coeficiente 1)
- **El tipo de construcción** (coeficiente 2)
- **Contenido de la estructura** (coeficiente 3)
- **Ocupación de la estructura** (coeficiente 4)
- **La consecuencia por caída de rayo, continuidad de servicio** (coeficiente 5)

Estos factores se desglosan en la tabla B-6 del apéndice B.

Para cualquier sistema de protección por rayo, el nivel de protección de los dispositivos debe determinarse.

Primeramente, N_d tiene que ser calculado. N_d es la frecuencia promedio anual de de caídas directas de rayo a una estructura:

$$N_d = 2 \times N_g \times A_e * C_1 \times 10^{-6}$$

Donde:

A_e : área equivalente de la estructura considerada.

N_g : densidad de rayo, expresa el número de caídas de rayo por año por km^2

Ahora, el área equivalente de la estructura a proteger se calcula de la siguiente manera:

$$A_e = LW + 6h(L + W) + 9\pi H^2$$

Donde:

L : es la longitud de la estructura

W : es el ancho de la estructura

H : es la altura de la estructura

El siguiente paso es calcular N_c . Ésta es la frecuencia del rayo aceptada por la estructura estudiada:

$$N_c = \frac{5.5 \times 10^{-3}}{C_2 C_3 C_4 C_5}$$

La eficacia de la protección a ser instalada se expresa por la ecuación siguiente:

$$E = 1 - N_c / N_d$$

Conclusión:

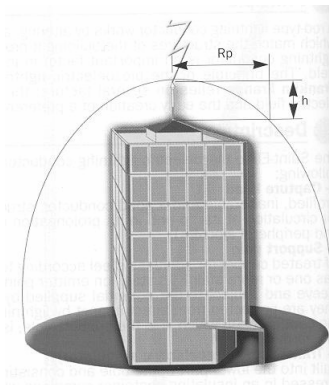
Si $N_d \leq N_c$	La protección es opcional
Si $N_d > N_c$	La protección es requerida

Pararrayos piezoeléctrico versus punta Franklin: la diferencia entre ambos sistemas de protección contra rayo, es mas bien económica que de eficiencia, dado un nivel de protección promedio.

Método por pararrayos piezoeléctricos: se basa en la capacidad de los materiales piezoeléctricos, de producir carga eléctrica a partir de los cambios en su estructura debido a presiones externas (tales como las producidas por el viento durante un vendaval).

Para edificaciones de bajo volumen estructural es posible colocar un solo pararrayos de este tipo en el centro de la misma, siempre y cuando sea suficiente el radio de protección que proporciona, que es igual a la altura a la que esta colocado el mismo.

Figura 34. Área de cobertura de un pararrayo piezoeléctrico



Fuente: Catalogue the global Approach to lightning, **Franflin France**, 2003.

Para conducción de corrientes de falla bastará con colocar un solo conductor solidamente aterrizado a tierra. Dicho conductor bajará en una zona aislada y a 3m como mínimo de cualquier tipo de estructuras metálicas (tuberías, etc.).

- **Edificio M-90**

Primero se calcula el área equivalente de la estructura, teniendo en cuenta los siguientes datos: *51m largo, 42m ancho y 11m altura.*

$$Ae = (51 * 42) + 6(11)(51 + 42) + 9\pi(11)^2 = 11,701.20 \text{ m}^2$$

Después, se calcula la frecuencia promedio anual de de caídas directas de rayo:

$$Nd = 2 \times 50 \times 11701.20 * 0.5 \times 10^{-6} = 0.58$$

El siguiente paso es calcular Nc. Ésta es la frecuencia del rayo aceptada por la estructura estudiada:

$$Nc = \frac{5.5 \times 10^{-3}}{(1)(0.5)(3)(1)} = 0.003667$$

La eficacia de la protección a ser instalada es:

$$E = 1 - 0.003667 / 0.58506 = 0.9937$$

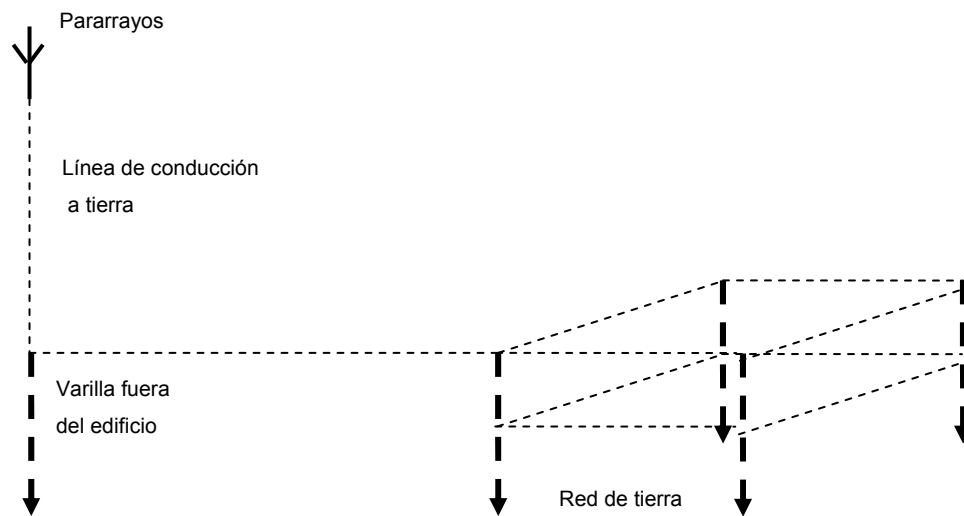
Dado que $Nd > Nc$, la protección se hace requerida e indispensable, la cuál contara con un 99.37% de eficiencia.

Se recomienda instalar un pararrayos piezoeléctrico en la parte más alta del edificio sobre una base de 3 metros para abarcar mayor radio de protección.

Este cubrirá un 99.37% del radio total de la estructura.

La conexión del pararrayos con la red de tierras se recomienda de la siguiente manera:

Figura 35. Conexión del pararrayos con la red de tierras



- **Edificio M-D**

Se usará la misma configuración que en el edificio M-90, dado que es un edificio con dimensiones similares.

3.6. Cálculo de protección de equipo especial

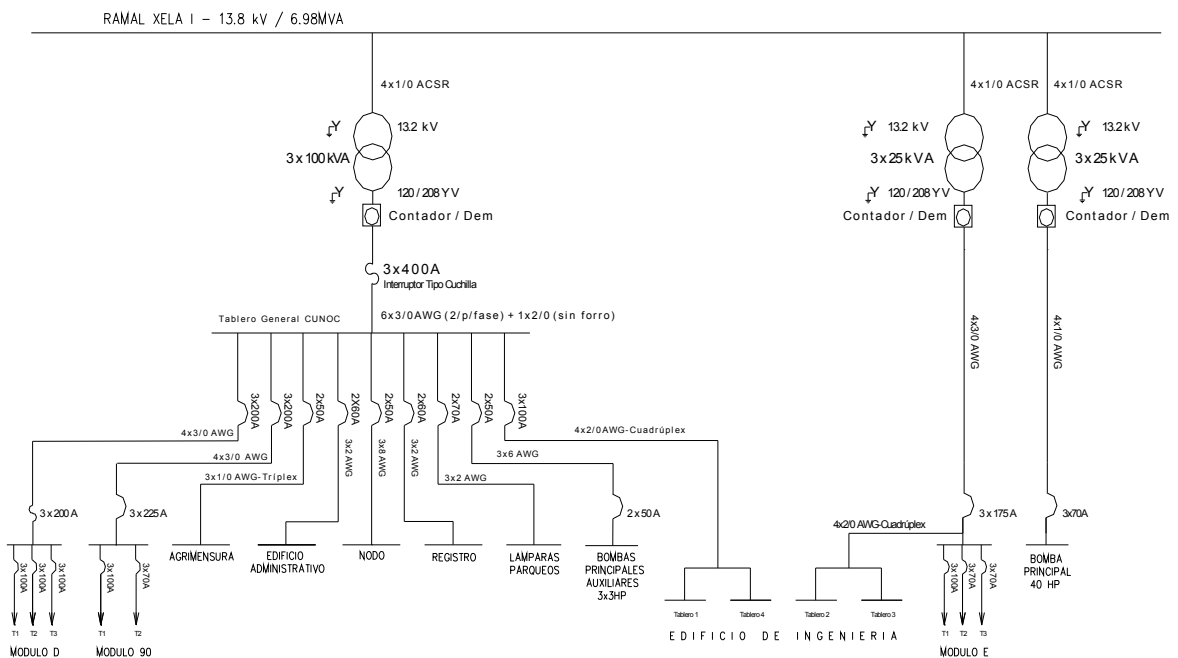
No existe equipo sensible que proteger.

3.6.1. Cálculo de cortocircuito

Según IEEE Std 242-1986 [6], solamente se requiere calcular los valores máximos de corriente de cortocircuito simétrica para el primer ciclo ($\frac{1}{2}$ ciclo), ya que la componente DC decae rápidamente en los sistemas de baja tensión debido a que X/R es muy baja.

El punto de partida es la preparación de un diagrama unifilar con la identificación y datos de los elementos del sistema, tales como generadores, motores, cables, transformadores, red de suministro de energía, equipo de protección y maniobra (interruptores, relés, fusibles), etc.

Figura 36. Diagrama unifilar del CUNOC



El próximo paso es determinar el diagrama de reactancias, así también la localización y tipo de falla a estudiar.

Dado que el sistema no es demasiado complejo, se estudiara una “falla trifásica”, dado que es la más común, no es muy frecuente, pero generalmente establecen los valores máximos de corriente de cortocircuito.

Para el cálculo de esta corriente, se utiliza la siguiente ecuación:

$$I_{cc} = \frac{KVAbase}{Z_{eq.pu} * \sqrt{3} * KVbase}$$

La falla se estudiará en el tablero general de distribución de energía eléctrica, como se muestra a continuación en el diagrama de reactancias y resistencias, estos valores ya están dados en valores por unidad.

Para hacer los diagramas de impedancias se requiere determinar la impedancia de cada uno de los componentes del sistema.

Figura 37. Diagrama de reactancias y resistencias

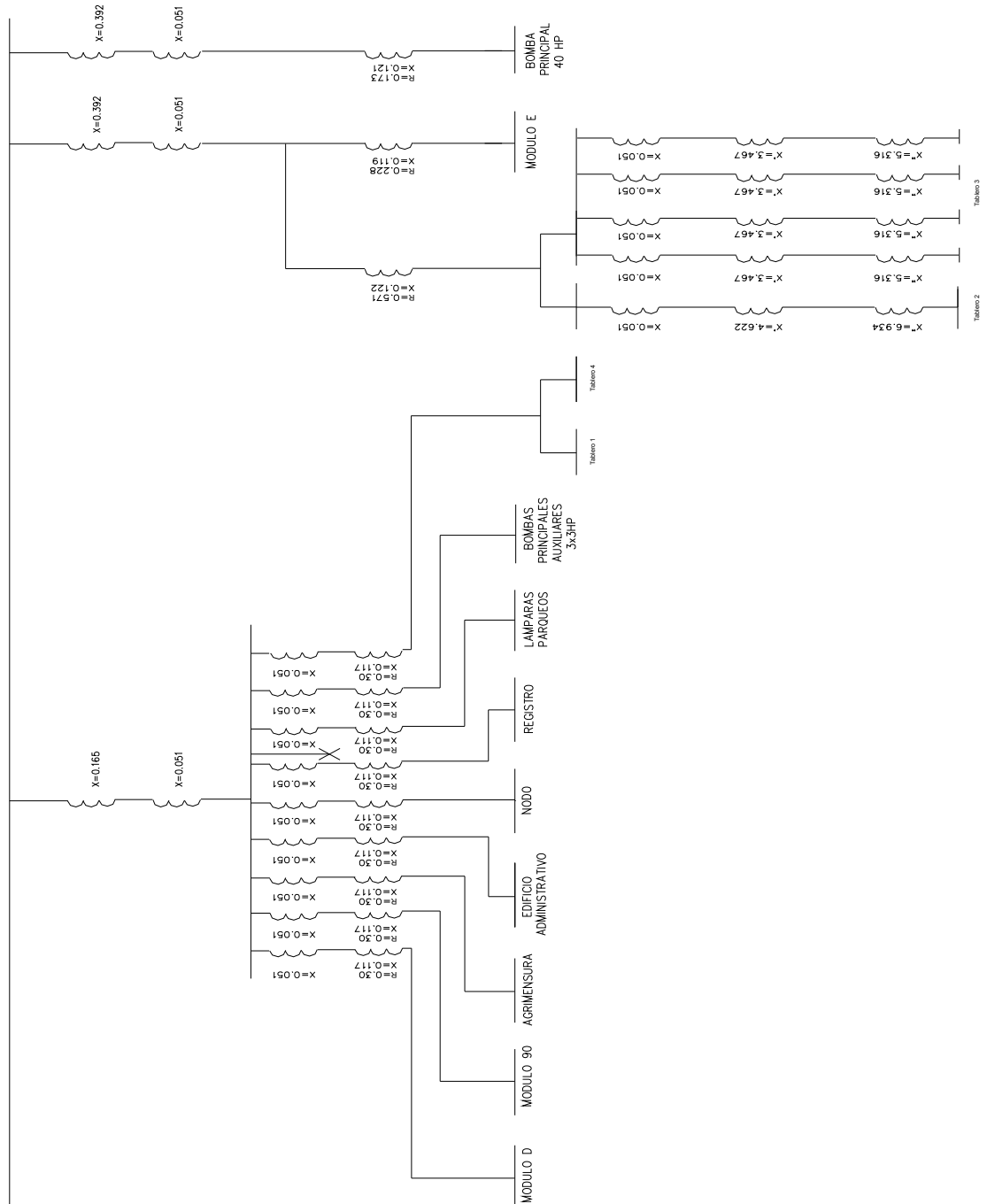


Figura 38. Diagrama reducido

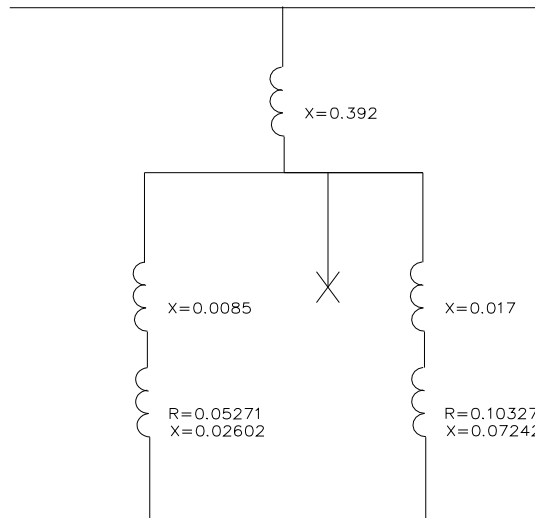
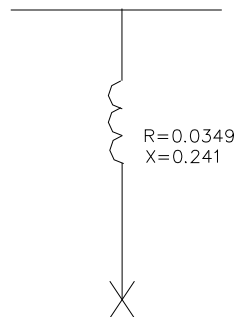


Figura 39. Impedancia equivalente de cortocircuito



Por lo que la corriente máxima de cortocircuito de la instalación es de:

$$I_{cc} = \frac{1000}{0.2435 * \sqrt{3} * 0.208}$$

$$I_{cc} = 11,400 \text{ _ Amperios}$$

La corriente de cortocircuito, para una falla de línea a línea es de aproximadamente el 87% de una falla trifásica, o sea:

$$I_{cc} = 0.87 * 11400 = 9,918 \text{ _Amperios}$$

Mientras las corrientes de “línea a tierra” son usualmente iguales o menores a la corriente trifásica debido a la alta impedancia de retorno por tierra, aunque bajo ciertas condiciones, puede ser mayor en teoría a la de falla trifásica. Sin embargo, las pruebas en sistemas reales demuestran que la corriente de falla a tierra es siempre menor a la trifásica.

4. COMPARACIÓN DE RESULTADOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE LOS EDIFICIOS

4.1. Comparación del edificio M-90

4.1.1. Conductores edificio M-90

En las siguientes tablas se puede ver la comparación de resultados obtenidos.

Tabla XXVI. Comparación conductores primer nivel edificio M-90

Circuito	Calibre del conductor (diseño)	Protección	Calibre del conductor (existente)	Protección
	AWG THW		AWG THW	
Tablero de Distribución Primer Nivel				
A1	12	1x20	12	1x20
B1	12	1x15	12	1x15
C1	12	1x15	12	1x15
D1	12	1x15	12	1x15
E1	10	1x20	12	1x20
F1	10	1x15	12	1x15
G1	12	1x20	12	1x20
H1	12	1x20	12	1x20
I1	12	1x20	12	1x20
J1	10	1x20	12	1x20
K1	12	1x20	12	1x20
L1	8	1x40	10	1x40
M1	12	1x15	12	1x15
N1	12	1x15	12	1x15
O1	10	1x15	12	1x15
P1	12	1x15	12	1x15
Q1	12	1x15	12	1x15
R1	12	1x15	12	1x15
S1	12	1x15	12	1x15
T1	12	1x15	12	1x15
a1	12	1x15	12	1x15
b1	12	1x15	12	1x15
c1	10	2x30	8	2x30
d1	12	1x15	12	1x15
e1	12	1x15	12	1x15

Tabla XXVII. Comparación conductores segundo nivel edificio M-90

Circuito	Calibre del conductor (diseño)	Protección	Calibre del conductor (existente)	Protección
	AWG THW		AWG THW	
Tablero de Distribución Segundo Nivel				
A2	12	1x15	12	1x15
B2	12	1x15	12	1x15
C2	12	1x20	12	1x20
D2	10	1x15	12	1x15
E2	10	1x15	12	1x15
F2	12	1x15	12	1x15
G2	12	1x15	12	1x15
H2	10	1x15	12	1x15
I2	12	1x15	12	1x15
J2	12	1x15	12	1x15
K2	12	1x20	12	1x20
L2	10	1x15	10	1x15
M2	12	1x15	12	1x15
N2	12	1x15	12	1x15
P2	12	1x15	12	1x15
Q2	10	1x30	10	1x30
R2	12	1x15	12	1x15
S2	12	1x15	12	1x15
T2	10	1x20	12	1x20
U2	12	1x20	12	1x20
V2	12	1x20	12	1x20
W2	12	1x15	12	1x15
X2	10	1x20	12	1x20
Y2	12	1x15	12	1x15
Z2	12	1x20	12	1x20
a2	12	1x20	12	1x20
b2	12	1x20	12	1x20
d2	12	1x20	12	1x20
e2	12	1x15	12	1x15
f2	12	1x15	12	1x15
g2	12	1x15	12	1x15
h2	12	1x15	12	1x15
j2	10	2x30	8	2x30
o2	12	1x20	12	1x20

Tabla XXVIII. Comparación conductores principales edificio M-90

Circuito	Calibre del conductor (diseño)	Protección	Calibre del conductor (existente)	Protección
	AWG		AWG THW	
Acometida	3/0 THHN	3x225	3/0 THHN	3x225
Primer nivel	2 THW	3x100	4 THW	3x70
Segundo nivel	2 THW	3x125	2 THW	3x100

Los resultados reflejan que el 75% de los calibres calculados en el diseño coinciden con los calibres existentes.

Los cables de acometida han sido dimensionados efectivamente pues coinciden con los obtenidos en el diseño de cálculo, así como el conductor del tablero de distribución del segundo piso, no así el conductor que alimenta el tablero de distribución del primer nivel.

Los conductores de tomacorrientes son utilizados al menos en un 25% por lo que los calibres instalados funcionan a la perfección.

4.1.2. Comparación tuberías edificio M-90

Las diversas canalizaciones de este edificio están certera y adecuadamente escogidas, dado que no se necesita de grandes y mayores cálculos para obtener las dimensiones de estas.

Lo anteriormente descrito se basa en que las dimensiones estándar o más utilizadas para tubería en sistemas 120/208 voltios son de ½", ¾", 1", 1 ¼" en tubería conduit o poliducto empotrado en muro.

4.1.3. Comparación iluminación edificio M-90

Las siguientes tablas muestran los niveles obtenidos de iluminación versus los recomendados para este edificio.

Tabla XXIX. Comparación de niveles de iluminación edificio M-90

Ambiente	Nivel de Iluminación medido (luxes)	Nivel de Iluminación recomendado (luxes)
Primer Nivel		
Salón 101	309	300
Salones 102, 103, 107 108,109, 110, 111, 112	355	300
Salón 106	285	300
Salón 113	312	300
Escaleras Este	66	100
Escaleras Oeste	78	100
Vestibulo Aula Magna	321	300
Aula Magna	456	500
Pasillo Norte	95	100
Pasillo Sur	110	100
Pasillo Este	84	100
Pasillo Oeste	91	100
Servicios Sanitarios	80	100
Segundo Nivel		
Salón 201, 202, 203	287	300
Salones 204, 205 206, 207, 208, 209	356	300
Salón 210	301	300
Salón 211	274	300
Salón 212	287	300
Salón 213	275	300
Salón 214, 215, 216, 217	316	300
Escaleras Este	42	100
Escaleras Oeste	55	100
Pasillo Norte	94	100
Pasillo Sur	94	100
Pasillo Este	87	100
Pasillo Oeste	85	100
Servicios Sanitarios	75	100
Cubículos	285	300
Pasillo Exterior		
	46	100
Parqueo		
Parqueo Norte	8	20

4.1.4. Comparación red de tierras y pararrayos edificio M-90

Dado que el edificio no necesita una red de tierras complicada se hace funcional el sistema existente, dado que el nivel resistivo del suelo es bueno no se necesita mejorarlo.

El edificio M-90 no cuenta con un sistema de protección contra descargas electroatmosféricas en la actualidad, y debido a que en el área no es muy frecuente la caída de rayos se hace conveniente la instalación de un solo pararrayos piezoeléctrico tal y como se diseño.

4.2. Comparación del edificio M-D

4.2.1. Comparación conductores edificio M-D

En las siguientes tablas se puede ver la comparación de resultados obtenidos.

Tabla XXX. Comparación conductores primer nivel edificio M-D

Circuito	Calibre del conductor (diseño)	Protección	Calibre del conductor (existente)	Protección
	AWG THW		AWG THW	
Tablero de Distribución Primer Nivel				
A1	12	1x15	12	1x15
B1	12	1x15	12	1x15
C1	12	1x15	12	1x15
D1	12	1x15	12	1x15
E1	10	1x15	12	1x15
F1	12	1x15	12	1x15
G1	12	1x15	12	1x15
H1	12	1x15	12	1x15
I1	10	1x15	12	1x15
J1	8	1x20	12	1x20
K1	10	1x20	12	1x20
L1	12	1x15	12	1x15
M1	12	1x15	12	1x15
N1	12	1x15	12	1x15
O1	12	1x15	12	1x15
P1	12	1x15	12	1x15
Q1	10	1x20	12	1x20
R1	10	1x20	12	1x20
a1	12	1x20	12	1x20
b1	12	1x20	12	1x20
c1	12	1x20	12	1x20
d1	12	1x20	12	1x20
e1	12	1x15	12	1x15
f1	8	1x20	12	1x20
g1	12	1x15	12	1x15
h1	12	1x15	12	1x15
j1	8	2x60	6	2x60

Tabla XXXI. Comparación conductores segundo nivel edificio M-D

Circuito	Calibre del conductor (diseño)	Protección	Calibre del conductor (existente)	Protección
	AWG THW		AWG THW	
Tablero de Distribución Segundo Nivel				
A2	12	1x20	12	1x20
B2	12	1x15	12	1x15
C2	12	1x15	12	1x15
D2	12	1x15	12	1x15
E2	10	1x20	12	1x20
F2	10	1x20	12	1x20
G2	10	1x20	12	1x20
H2	10	1x20	12	1x20
I2	12	1x15	12	1x15
J2	10	1x15	12	1x15
K2	12	1x20	12	1x20
L2	12	1x15	12	1x15
M2	12	1x15	12	1x15
N2	12	1x20	12	1x20
O2	12	1x20	12	1x20
P2	8	1x15	12	1x15
a2	12	1x15	12	1x15
b2	12	1x20	12	1x20
c2	10	1x20	12	1x20
d2	12	1x15	12	1x15
e2	12	1x20	12	1x20
f2	12	1x15	12	1x20
g2	12	1x15	12	1x20

Tabla XXXII. Comparación conductores tercer nivel edificio M-D

Circuito	Calibre del conductor (diseño)	Protección	Calibre del conductor (existente)	Protección
	AWG THW		AWG THW	
Tablero de Distribución Tercer Nivel				
A3	12	1x20	12	1x20
B3	12	1x15	12	1x15
C3	12	1x15	12	1x15
D3	12	1x15	12	1x15
E3	10	1x20	12	1x20
F3	10	1x20	12	1x20
G3	10	1x15	12	1x15
H3	12	1x15	12	1x15
I3	8	1x20	12	1x20
J3	10	1x15	12	1x15
K3	12	1x15	12	1x15
L3	12	1x15	12	1x15
M3	10	1x20	12	1x20
N3	12	1x20	12	1x20
O3	12	1x15	12	1x15
P3	12	1x15	12	1x15
Q3	12	1x15	12	1x15
R3	12	1x20	12	1x20
S3	12	1x20	12	1x20
a3	12	1x20	12	1x20
b3	12	1x20	12	1x20
c3	10	1x15	12	1x15
d3	10	1x20	12	1x20
e3	10	1x15	12	1x15
f3	10	1x15	12	1x15
g3	8	1x20	12	1x20
h3	10	1x20	12	1x20
i3	10	1x20	12	1x20
j3	12	1x20	12	1x20
k3	12	1x20	12	1x20

Tabla XXXIII. Comparación conductores tablero auxiliar

Circuito	Calibre del conductor (diseño)	Protección	Calibre del conductor (existente)	Protección
	AWG THW		AWG THW	
Tablero de Distribución Auxiliar Único				
A	12	1x15	10	1x15
B	12	1x15	10	1x15

Tabla XXXIV. Comparación conductores principales edificio M-D

Circuito	Calibre del conductor (diseño)	Protección	Calibre del conductor (existente)	Protección
	AWG		AWG THW	
Acometida	300 MCM	3x225	250 MCM	3x200
Primer nivel	2 THW	3x125	2 THW	3x100
Segundo nivel	4 THW	3x125	4 THW	3x100
Tercer nivel	2 THW	3x125	2 THW	3x100

Los resultados reflejan que el 68% de los calibres calculados en el diseño coinciden con los calibres existentes.

Los cables de acometida son de calibre menor al necesitado actualmente por lo que en ocasiones de máxima demanda presentan sobrecalentamiento, por lo que se debe hacer el cambio a un calibre que proporcione mayor capacidad de conducción. Los conductores de tableros de distribución de los tres niveles han sido dimensionados de manera correcta.

Los conductores de tomacorrientes son utilizados al menos en un 25% por lo que los calibres instalados funcionan a la perfección.

4.2.2. Comparación tuberías edificio M-D

Las diversas canalizaciones de este edificio están certera y adecuadamente escogidas, dado que no se necesita de grandes y mayores cálculos para obtener las dimensiones de estas.

Lo anteriormente descrito se basa en que las dimensiones estándar o más utilizadas para tubería en sistemas 120/208 voltios son de ½", ¾", 1", 1 ¼" en tubería conduit o poliducto empotrado en muro.

4.2.3. Iluminación edificio M-D

Las siguientes tablas muestran los niveles obtenidos de iluminación versus los recomendados para este edificio.

Tabla XXXV. Comparación de niveles de iluminación edificio M-D

Ambiente	Nivel de Iluminación medido (luxes)	Nivel de Iluminación recomendado (luxes)
Primer Nivel		
Salón 101, 106, 107, 108	235	300
Salones 102, 103	241	300
Salón 104, 109	226	300
Salón 105	254	300
Escaleras Este	68	100
Escaleras Oeste	72	100
Pasillo Norte	86	100
Pasillo Sur	81	100
Pasillo Este	114	100
Pasillo Oeste	75	100
Servicios Sanitarios	71	100
Segundo Nivel		
Biblioteca	478	500
Salones 201, 203, 205, 207	216	300
Salón 202, 204, 208	227	300
Salón 209	223	300
Escaleras Este	56	100
Escaleras Oeste	53	100
Pasillo Norte	82	100
Pasillo Sur	76	100
Pasillo Este	68	100
Pasillo Oeste	49	100
Servicios Sanitarios	66	100
Tercer Nivel		
Salón 301, 305, 309, AEUO	254	300
Salón 302, 303, 306, 307, 308 Laboratorio Computación	268	300
Salones 304, 310	257	300
Escaleras Este	48	100
Escaleras Oeste	57	100
Pasillo Norte	74	100
Pasillo Sur	67	100
Pasillo Este	69	100
Pasillo Oeste	58	100
Servicios Sanitarios	85	100
Cubiculos	289	300
Pasillo Exterior		
	55	100
Parqueo		
Parqueo Norte	2.5	20

4.2.4. Comparación red de tierras y pararrayos edificio M-D

Dado que el edificio no necesita una red de tierras complicada se hace funcional el sistema existente y dado que el nivel resistivo del suelo es bueno no se necesita mejorarlo.

El edificio M-D no cuenta con un sistema de protección contra descargas electroatmosféricas en la actualidad, y debido a que en el área no es muy frecuente la caída de rayos se hace conveniente la instalación de un solo pararrayos piezoeléctrico tal y como se diseño.

4.2.5. Resumen de los problemas identificados

1. En ambos edificios existen calibres de conductores instalados subdimensionados, esto para circuitos de iluminación y fuerza.
2. Existen en ambos edificios protecciones termomagnéticas sobredimensionadas instaladas en los diferentes tableros.
3. En ninguno de los edificios existe una red de pararrayos para protección contra descargas electroatmosféricas.
4. A pesar de contar con el número adecuado de luminarias, los diversos ambientes del edificio M-D sufren el deterioro o la no renovación de las luminarias, por lo que se obtienen niveles de iluminación por debajo de los niveles recomendados.

5. CUÁNTO CUESTA LA SOLUCIÓN DE LOS PROBLEMAS

A continuación se detalla los accesorios y materiales eléctricos necesarios a reemplazar e instalar para solucionar los problemas en la infraestructura eléctrica de los edificios en estudio.

- **Edificio M-90**

Tabla XXXVI. Costo de materiales primer nivel edificio M-90

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Total
60	Lámparas de listón RS sencillas de 20W	Q25.47	Q1,528.20
125	Lámparas fluorescentes de 2x40W	Q89.95	Q11,243.75
2	Lámparas de emergencia LT	Q496.00	Q992.00
4	Rollos de alambre THW calibre 8AWG	Q521.60	Q2,086.40
8	Rollos de alambre THW calibre 10 AWG	Q291.20	Q2,329.60
12	Rollos de alambre THW calibre 12 AWG	Q184.18	Q2,210.16
80	Tomacorriente polarizados	Q11.70	Q936.00
40	Dados simples	Q10.10	Q404.00
50	Placas de dos agujeros p/tomacorrientes	Q8.60	Q430.00
20	Placas de un agujero p/interruptor	Q8.60	Q172.00
25	Tubos ducto de 1 1/4"	Q25.34	Q633.50
20	Tubos ducto de 1/2"	Q11.06	Q221.20
40	Conectores ducto de 1 1/4"	Q3.24	Q129.60
60	Conectores ducto de 1/2"	Q1.05	Q63.00
1	Tablero eléctrico, servicio para 3 fases/5hilos 12 polos, 125 amperios capacidad de barras	Q680.04	Q680.04
1	Interruptor termomagnético de 3x100 amp	Q779.89	Q779.89
1	Interruptor termomagnético de 3x125 amp	Q2,328.70	Q2,328.70
TOTAL			Q27,168.04

Tabla XXXVII. Costo de materiales segundo nivel edificio M-90

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Total
60	Lámparas de listón RS sencillas de 20W	Q25.47	Q1,528.20
150	Lámparas fluorescentes de 2x40W	Q89.95	Q13,492.50
4	Lámparas de emergencia LT	Q496.00	Q1,984.00
4	Rollos de alambre THW calibre 8AWG	Q521.60	Q2,086.40
8	Rollos de alambre THW calibre 10 AWG	Q291.20	Q2,329.60
12	Rollos de alambre THW calibre 12 AWG	Q184.18	Q2,210.16
70	Tomacorriente polarizados	Q11.70	Q819.00
30	Dados simples	Q10.10	Q303.00
40	Placas de dos agujeros p/tomacorrientes	Q8.60	Q344.00
20	Placas de un agujero p/interruptor	Q8.60	Q172.00
15	Tubos ducto de 1 1/4"	Q25.34	Q380.10
15	Tubos ducto de 1/2"	Q11.06	Q165.90
40	Conectores ducto de 1 1/4"	Q3.24	Q129.60
50	Conectores ducto de 1/2"	Q1.05	Q52.50
TOTAL			Q25,996.96

Tabla XXXVIII. Costo de materiales parqueo edificio M-90

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Total
6	Lámparas de mercurio tipo cobra	Q335.65	Q2,013.90
4	Postes de concreto de 30 pies	Q1,600.00	Q6,400.00
6	Rack de un solo carrizo (aislador 53-2)	Q14.84	Q89.04
6	Aisladores cerámicos 53-2 color café	Q6.75	Q40.50
100	Metros triplex calibre 4 AWG	Q16.32	Q1,632.00
8	Conectores de 4AWG a 12AWG	Q3.75	Q30.00
TOTAL			Q10,205.44

Tabla XXXIX. Costo de materiales varios edificio M-90

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Total
2	Varillas de cobre Cooperweld 8`x5/8"	Q65.44	Q130.88
125	Metros cable Cooperweld 2AWG	Q19.75	Q2,468.75
4	Pernos de cobre para 5/8"	Q4.21	Q16.84
1	Pararrayos piezoeléctrico	Q4,235.00	Q4,235.00
25	Tubos PVC eléctrico de 1/2"	Q6.89	Q172.25
20	Cintas de aislar Scotch 33	Q16.35	Q327.00
TOTAL			Q7,350.72

- Edificio M-D

Tabla XL. Costo de materiales primer nivel edificio M-D

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Total
125	Lámparas de listón RS sencillas de 20W	Q25.47	Q3,183.75
200	Lámparas fluorescentes de 2x40W	Q89.95	Q17,990.00
4	Lámparas de emergencia LT	Q496.00	Q1,984.00
6	Rollos de alambre THW calibre 8AWG	Q521.60	Q3,129.60
8	Rollos de alambre THW calibre 10 AWG	Q291.20	Q2,329.60
15	Rollos de alambre THW calibre 12 AWG	Q184.18	Q2,762.70
120	Tomacorriente polarizados	Q11.70	Q1,404.00
75	Dados simples	Q10.10	Q757.50
65	Placas de dos agujeros p/tomacorrientes	Q8.60	Q559.00
45	Placas de un agujero p/interruptor	Q8.60	Q387.00
25	Tubos ducto de 1 1/4"	Q25.34	Q633.50
20	Tubos ducto de 1/2"	Q11.06	Q221.20
40	Conectores ducto de 1 1/4"	Q3.24	Q129.60
60	Conectores ducto de 1/2"	Q1.05	Q63.00
1	Interruptor termomagnético tipo industrial de 3x325 amp	Q3,250.13	Q3,250.13
1	Caja moldeada de 80x60x20 cm	Q456.32	Q456.32
3	Interruptor termomagnético de 3x125 amp	Q2,328.70	Q6,986.10
TOTAL			Q46,227.00

Tabla XLI. Costo de materiales segundo nivel edificio M-D

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Total
125	Lámparas de listón RS sencillas de 20W	Q25.47	Q3,183.75
200	Lámparas fluorescentes de 2x40W	Q89.95	Q17,990.00
8	Lámparas de emergencia LT	Q496.00	Q3,968.00
6	Rollos de alambre THW calibre 8AWG	Q521.60	Q3,129.60
12	Rollos de alambre THW calibre 10 AWG	Q291.20	Q3,494.40
16	Rollos de alambre THW calibre 12 AWG	Q184.18	Q2,946.88
125	Tomacorriente polarizados	Q11.70	Q1,462.50
75	Dados simples	Q10.10	Q757.50
50	Placas de dos agujeros p/tomacorrientes	Q8.60	Q430.00
50	Placas de un agujero p/interruptor	Q8.60	Q430.00
10	Tubos ducto de 1 1/4"	Q25.34	Q253.40
10	Tubos ducto de 1/2"	Q11.06	Q110.60
25	Conectores ducto de 1 1/4"	Q3.24	Q81.00
25	Conectores ducto de 1/2"	Q1.05	Q26.25
TOTAL			Q38,263.88

Tabla XLII. Costo de materiales tercer nivel edificio M-D

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Total
125	Lámparas de listón RS sencillas de 20W	Q25.47	Q3,183.75
200	Lámparas fluorescentes de 2x40W	Q89.95	Q17,990.00
4	Lámparas de emergencia LT	Q496.00	Q1,984.00
5	Rollos de alambre THW calibre 8AWG	Q521.60	Q2,608.00
8	Rollos de alambre THW calibre 10 AWG	Q291.20	Q2,329.60
12	Rollos de alambre THW calibre 12 AWG	Q184.18	Q2,210.16
75	Tomacorriente polarizados	Q11.70	Q877.50
50	Dados simples	Q10.10	Q505.00
30	Placas de dos agujeros p/tomacorrientes	Q8.60	Q258.00
30	Placas de un agujero p/interruptor	Q8.60	Q258.00
10	Tubos ducto de 1 1/4"	Q25.34	Q253.40
10	Tubos ducto de 1/2"	Q11.06	Q110.60
25	Conectores ducto de 1 1/4"	Q3.24	Q81.00
25	Conectores ducto de 1/2"	Q1.05	Q26.25
TOTAL			Q32,675.26

Tabla XLIII. Costo parqueo edificio M-D

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Total
6	Lámparas de mercurio tipo cobra	Q335.65	Q2,013.90
4	Postes de concreto de 30 pies	Q1,600.00	Q6,400.00
6	Rack de un solo carrizo (aislador 53-2)	Q14.84	Q89.04
6	Aisladores cerámicos 53-2 color café	Q6.75	Q40.50
125	Metros triplex calibre 4 AWG	Q16.32	Q2,040.00
8	Conectores de 4AWG a 12AWG	Q3.75	Q30.00
TOTAL			Q10,613.44

Tabla XLIV. Costo de materiales varios edificio M-D

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Total
2	Varillas de cobre Cooperweld 8`x5/8"	Q65.44	Q130.88
175	Metros cable Cooperweld 2AWG	Q19.75	Q3,456.25
4	Pernos de cobre para 5/8"	Q4.21	Q16.84
1	Pararrayos piezoeléctrico	Q4,235.00	Q4,235.00
25	Tubos PVC eléctrico de 1/2"	Q6.89	Q172.25
35	Cintas de aislar Scoth 33	Q16.35	Q572.25
TOTAL			Q8,583.47

El costo total de los materiales a utilizar en reparaciones y cambio de accesorios eléctricos es de Q241,483.63.

El costo de ejecución (mano de obra) por lo regular, asciende al 40% del costo de los materiales a utilizar, por lo que llega a un aproximado de Q96,593.45. (Fuente consultada: CIEL, S.A., Consultoría de Instalaciones Eléctricas, S.A.).

5.1. Cuánto vale el tiempo de recuperación

En casos como este, el tiempo de recuperación tiene un valor alto, como ya se demostró en el inciso anterior, esto dado a que no se ha creado un plan de mantenimiento preventivo y correctivo que permita tener las diversas redes eléctricas internas de los edificios en buenas condiciones. Se recomienda implementar el plan que se entrega con este trabajo de graduación y fundamentalmente su ejecución periódica.

6. IMPACTO TÉCNICO RECÍPROCO DE LAS INSTALACIONES DE LOS EDIFICIOS M-90 Y M-D DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE A LA RED DE DISTRIBUCIÓN

6.1.1. Incidencias a resguardar por el usuario

Las Normas de Servicio Técnico de Distribución (NSTD), en su capítulo II, artículo 2, inciso b, norma las incidencias que debe resguardar el usuario en la calidad del producto que se le proporciona, siendo estas primordialmente:

- Distorsión armónica
- Factor de potencia

Siendo para la distorsión armónica total de corriente (DATI) un porcentaje máximo permitido de 20% para usuarios con voltaje de servicio menor a 1kV y potencia mayor a 10 kW. (Ver artículo 42 de las NTSD)

Para el factor de potencia, se tiene que para usuarios con potencias superiores a 11 kW el límite mínimo permitido será de 0.90 (fp). (Ver capítulo III, artículo 49 de las NTSD).

En el caso del edificio M-90 el nivel máximo de distorsión armónica es de 8.48% en promedio, este porcentaje no genera incidencia de perturbaciones en la red eléctrica de distribución, ver capítulo 1, página 47.

El factor de potencia se encuentra muy por arriba del límite inferior permitido (0.98), por lo que no se debe preocupar en mejorarlo, ver capítulo 1 pagina 32.

En el caso del edificio M-D el nivel máximo de distorsión armónica es de 10.03% en promedio, este porcentaje tampoco genera incidencia de perturbaciones en la red eléctrica de distribución, ver capítulo 1, pagina 47.

El factor de potencia se encuentra exactamente el en límite inferior permitido, (0.90), por lo que tampoco genera problemas, ver capítulo 1, pagina 34.

Cabe mencionar que es un único banco de transformación el que alimenta a ambos edificios, así como a otros edificios y cargas independientes, por lo que esto puede incidir en la sobrecarga en dicho banco de transformación y generar perturbaciones que se inyecten posteriormente a la red eléctrica, esto requiere un estudio global de las cargas no tomadas en cuenta en este estudio.

7. EVALUACIÓN DE LA INCORPORACIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE AL MERCADO MAYORISTA

El Congreso de la Republica de Guatemala, considerando básicamente que:

- La oferta de energía eléctrica no satisface la necesidad de la mayor parte de la población, siendo esto un obstáculo para el desarrollo integral del país.
- El Gobierno no tiene los recursos económico-financieros para una empresa de gran envergadura que satisfaga las necesidades de todo el territorio nacional.
- Al desmonopolizar los servicios de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, se agiliza el crecimiento de la oferta para satisfacer las necesidades de la población, buscando mejor el nivel de vida de los guatemaltecos en general.

En base a lo considerado se emite y aprueba la Ley General de Electricidad según el Decreto No. 93-96.

Esta Ley norma el desarrollo del conjunto de actividades de generación, transporte, distribución y comercialización de electricidad. En el artículo 44 de esta ley se crea el Administrador del Mercado Mayorista (AMM), una entidad privada sin fines de lucro, que tiene como fin primordial:

- 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.

Del Capítulo I titulado “Definiciones Generales”, Título I del Reglamento General de la Ley General de Electricidad y específicamente del Artículo 1, se desprende este concepto:

Gran usuario: es un consumidor de energía cuya demanda de potencia excede 100 kilovatios (kW) o el límite inferior fijado por el Ministerio en el futuro.

El gran usuario no estará sujeto a regulación de precio y las condiciones de suministro serán libremente pactadas con el distribuidor o con cualquier otro suministrador.

Para efectos del artículo 59, literal c, de la ley, las tarifas de los consumidores con demanda de potencia igual o inferior a 100 kilovatios (kW), o el límite inferior que en el futuro establezca el Ministerio, serán fijadas por la comisión.

Mientras, los usuarios de demanda máxima de potencia superior a la que especifique el reglamento no estarán sujetos a regulaciones de precio y las condiciones de suministro serán libremente pactadas con el distribuidor o bien con cualquier otro suministrador.

Tanto el edificio M-90 (con 60.92 kVA) y el edificio M-D (con 89.71 kVA) no califican en el rango de Gran Consumidor por separado, pero si lo hacen en conjunto (150 kVA la suma de ambos), como lo están en la actualidad dado que su consumo se mide con el mismo medidor eléctrico, esto lo faculta para conformar el conjunto de los agentes participantes del Mercado Mayorista.

Por lo que según lo establecido, no está sujeto a regulaciones de precio y las condiciones de suministro las tiene libremente pactadas con su distribuidor/suministrador, que en este caso es la Empresa Eléctrica Municipal de Quetzaltenango EEMQ.

Avalado en las Condiciones Generales del Servicio de Distribución y Artículo 69. Contrato de suministro: todo usuario que solicite un suministro deberá firmar un contrato con el Distribuidor, el cual deberá estar de acuerdo con las normas de servicio propias de cada Distribuidor. Estas normas serán aprobadas por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica.

El contrato con el Distribuidor deberá estipular al menos la siguiente información:

- Nombre o razón social del usuario y su domicilio.
- Tipo de tarifa a aplicar y periodo de vigencia de la tarifa.
- Aceptación de derechos y de sanciones que establece el Reglamento de la Ley General de Electricidad.

En resumen, por lo anteriormente establecido, el Centro Universitario de Occidente clasifica para participar como agente del Mercado de Mayoristas, con el rango de Gran Consumidor.

7.1 Porqué el Centro Universitario de Occidente no puede participar en el Mercado Mayorista

En la actualidad, la Empresa Eléctrica Municipal de Quetzaltenango no cuenta con un manual de normas técnicas y legales que regulen a las instalaciones y consumidores eléctricos existentes en el departamento de Quetzaltenango.

Así también, el distribuidor de energía eléctrica (*en este caso la EEMQ*), no cuenta con un contrato de suministro avalado por las Condiciones Generales de Servicio de Distribución. Quiere decir esto, que la red eléctrica del departamento de Quetzaltenango no cuenta con la infraestructura adecuada (un ramal con una potencia mínima de 32 MVA e independiente), el cual preste servicio únicamente a los grandes usuarios o consumidores mayoristas, tampoco cuenta con el equipo de medición necesario.

Por lo tanto, el Centro Universitario de Occidente, no puede participar en el Mercado Mayorista.

CONCLUSIONES

1. En la actualidad el edificio M-90 no ha sufrido modificaciones de gran tamaño en lo que a sus instalaciones eléctricas se refiere. Mantiene un 95% de las planificaciones eléctricas hechas hace más de 30 años, se han calculado, muy acertadamente, los rangos nominales de protección de sus interruptores termomagnéticos, en general, así como, también, los calibres de conductores que distribuyen la energía eléctrica a todos los diversos circuitos que lo integran.
2. En el edificio M-90 el factor de potencia es excelente (0.98) lo que refleja que los circuitos han sido distribuidos, correctamente, y se tiene un máximo aprovechamiento de la energía eléctrica.
3. El en edificio M-90 la distorsión armónica no es problema, dado que no rebasa los límites normados por las Normas Técnicas de Servicio de Distribución, los cuales son para el voltaje un 8% y para la corriente un 20%.
4. En el edificio M-90 la iluminación en el área de parqueo es deficiente, pues no cuenta con la emisión promedio que es de 20 luxes recomendada.
5. Actualmente, en el edificio M-90 las bombas hidroneumáticas en cada edificio no funcionan, esto dado que, recientemente, se cuenta con una bomba de 40 HP que surge de agua potable a los cinco edificios de todo el centro y demás instalaciones.

6. En el edificio M-D el cálculo e instalación del interruptor general del edificio no es el adecuado, dado que se necesita instalar uno de 3x325 amperios termomágnetico, mientras que, en la actualidad, se cuenta con uno de 3x200 amperios y cartuchos tipo fusible.
7. El conductor de acometida en el edificio M-D es de calibre menor al necesario, dado que se tiene instalado un 250 MCM y es necesario su reemplazo por un 300 MCM, para evitar un sobrecalentamiento y deterioro del mismo.
8. En el edificio M-D el factor de potencia de este edificio es de 0.90, valor que se encuentra en el límite inferior permitido para usuarios de mayor de 11kW según las NSTD.
9. En el edificio M-D la distorsión armónica no es problema dado que no rebasa los límites normados por las Normas Técnicas de Servicio de Distribución.
10. En el edificio M-D la iluminación en el área de parqueo es pésima, dado que el nivel de luxes emitidos es de 2 lux/metro, mientras que el promedio recomendado es de 20 luxes/metro.

RECOMENDACIONES

1. Implementar a corto plazo el plan de mantenimiento preventivo y correctivo que se entrega adjunto a este informe de EPS.
2. Hacer un estudio previo antes de adicionar cargas a la red de ambos edificios, para no contribuir en el desbalance de corrientes y, por ende, desbalance en sus fases alimentadoras.
3. Reemplazar a corto plazo absolutamente todas las luminarias que tengan indicio de deterioro o maltrato, dado que la iluminación es un factor vital y depende directamente de la vida útil de la luminaria, dado que este servicio es fundamental en el desempeño de las actividades académicas, esto para ambos edificios.
4. Tener en cuenta a mediano plazo la protección de equipo de computo por medio de una sistema de tierras verdaderamente seguro y eficiente cuando este se requiera.
5. Colocación a corto plazo de las unidades de alumbrado recomendadas en las áreas de parqueo de ambos edificios y así brindar mayor seguridad al estudiantado, según cálculo estipulado.
6. Cambio del interruptor general del edificio M-D, el cual ofrece una inapropiada protección actualmente. Colocar uno de 325 amperios (3x325A) del tipo industrial termomagnético y capacidad de cortocircuito

de 10 kA, de no atenderse a corto plazo, el conductor que alimenta este edificio puede sufrir graves consecuencias por cortocircuito.

7. De no atenderse las recomendaciones planteadas se corre el riesgo de que el servicio y calidad de energía tanto a corto, mediano y largo plazo en cada uno de los edificios acarree consecuencias destructivas en equipo y accesorios que se alimente de energía eléctrica.
8. El costo total de materiales y accesorios eléctricos para poner en marcha el mantenimiento y reparaciones eléctricas asciende a un valor de Q241,483.63, según cotización hecha a CELASA, S.A. del día 12 de septiembre de 2006, ver anexo B, tabla B7.
9. Se le asigna a la mano de obra y ejecución un 40% del valor total de los materiales, o sea Q95,593.45, según CIEL, S.A. fuente consultada.
10. Solicitar una revisión a personal de Servicios Generales para que ellos mismos evalúen la situación en que se encuentran en especial instalaciones de iluminación para poder asignar una parte extra del presupuesto al cambio y mantenimiento de estas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Gilberto Enríquez Harper. **Análisis de redes eléctricas**, Limusa/Noriega Editores, Preedición 1991.
2. Esteban Mauricio González. Diseño y protección de sobrecorrientes en instalaciones eléctricas de bajo voltaje. Tesis Facultad de Ingeniería USAC, Escuela de ingeniería Mecánica Eléctrica, mayo 2005.
3. Enríquez Harper. **Fundamentos de protección de sistemas eléctricos por relevadores**, Limusa/Noriega Editores 1993.
4. Bratu & Campero. **Instalaciones eléctricas**, Conceptos Básicos y Diseño, Editorial Alfaomnega, 2ª edición 1992.
5. Comisión Nacional de Energía Eléctrica, **Ley general de electricidad**, Guatemala, C.A.
6. Martínez Requeja & Toledano Basca. **Puesta a tierra en edificios y en instalaciones eléctricas**. Editorial Paraninfo, 3ª edición, 2000.
7. Enríquez Harper, Gilberto. **Manual de instalaciones eléctricas residenciales e industriales**. Limusa/Noriega Editores, 2ª edición.
8. Fink Donald. **Manual del ingeniero electricista**. Editorial McGraw Hill, 2ª edición.

9. Unión Fenosa Internacional S.A. **Transformadores monofásicos tipo poste**. Especificación Técnica de Materiales, 2003.
10. ABB. **Transformadores de distribución**, 2002.
11. Franflin France, **Catalogue the global approach to lightning**, 2003.
12. **www.cnee.gob.gt** (agosto 2006).
13. **www.amm.org.gt** (agosto 2006).
14. Empresa Eléctrica de Guatemala S.A. **Normas para acometidas de servicio eléctrico**, 12ª edición, 1998.
15. **www.procobre.com.pr/calidaddeenergia.pdf** (agosto 2006).
16. **www.procobreperu.com.pr/conductoreselectricos.pdf** (agosto 2006).

APÉNDICE

A.1	Característica de cargas primer nivel edificio M-90	131
A.2	Característica de cargas segundo nivel edificio M-90	132
A.3	Característica de cargas primer nivel edificio M-D	133
A.4	Característica de cargas segundo nivel edificio M-D	133
A.5	Característica de cargas tercer nivel edificio M-D	134
A.6	Área y capacidad de conducción de conductores	134
A.7	Corrientes de línea y desbalances edificio M-90	135
A.8	Corrientes de línea y desbalances edificio M-D	136
A.9	Voltajes, regulación y desbalances edificio M-90	137
A.10	Voltajes, regulación y desbalances edificio M-D	139
A.11	Factor de potencia edificio M-90	141
A.12	Factor de potencia edificio M-D	142
A.13	Potencia activa edificio M-90	143
A.14	Potencia activa edificio M-D	144
A.15	Potencia reactiva edificio M-90	145
A.16	Potencia reactiva edificio M-D	146
A.17	Potencia aparente edificio M-90	147
A.18	Potencia aparente edificio M-D	148
B.1	Tolerancia de la distorsión armónica de tensión, según las NSTD	149
B.2	Niveles de iluminación recomendados	150
B.3	Coefficiente de utilización luminarias	151
B.4	Distribución típica aceptable de alumbrado	151
B.5	Características de lámparas de vapor de mercurio	152
B.6	Coefficientes para el cálculo de pararrayos	152
B.7	Cotización de materiales y accesorios eléctricos	153
B.8	Método del 68% para medición de resistencia en una varilla	155

ANEXO A

A.1 Característica de cargas primer nivel edificio M-90

Primer Nivel Modulo 90			Potencia en VA por unidad	Cantidad de Unidades por carga	Carga Instalada	Factor de Demanda	D.ME VA	Inominal		Inominal cable	Cables	Inominal Flipon	Característica Flipon
Nb.	Circuito	Descripcion	P	UP	(PxUP)	F.D.	Carga Ins x F.D.	Vh	Carga Inst / Vh	Inom x 1.25	THWNo.	Inom x 1.25	Flipon
1	A1	Iluminacion	40	36	1584	1	1584	120	13.20	16.50	12	16.50	1x20
2	B1	Iluminacion	40	30	1320	1	1320	120	11.00	13.75	12	13.75	1x15
3	C1	Iluminacion	40	30	1320	1	1320	120	11.00	13.75	12	13.75	1x15
4	D1	Iluminacion	40	17	748	1	748	120	6.23	7.79	12	7.79	1x15
5	E1	Iluminacion	40	20	1727	1	1727	120	14.39	17.99	12	17.99	1x20
6	F1	Iluminacion	40	30	1320	1	1320	120	11.00	13.75	12	13.75	1x15
7	G1	Iluminacion	40	36	1584	1	1584	120	13.20	16.50	12	16.50	1x20
8	H1	Iluminacion	40	36	1584	1	1584	120	13.20	16.50	12	16.50	1x20
9	I1	Iluminacion	40	33	1395	1	1395	120	11.63	14.53	12	14.53	1x20
10	J1	fuerza	180	8	1440	0.6	864	120	12.00	15.00	12	15.00	1x20
11	K1	fuerza	180	8	1440	0.6	864	120	12.00	15.00	12	15.00	1x20
12	L1	fuerza	180	16	2880	0.6	1728	120	24.00	30.00	10	30.00	1x40
13	M1	fuerza	180	6	1080	0.6	648	120	9.00	11.25	12	11.25	1x15
14	N1	fuerza	180	6	1080	0.6	648	120	9.00	11.25	12	11.25	1x15
15	O1	fuerza	180	7	1260	0.6	756	120	10.50	13.13	12	13.13	1x15
16	P1	fuerza	180	6	1080	0.6	648	120	9.00	11.25	12	11.25	1x15
17	Q1	fuerza	180	7	1260	0.6	756	120	10.50	13.13	12	13.13	1x15
18	R1	fuerza	180	7	1260	0.6	756	120	10.50	13.13	12	13.13	1x15
19	S1	fuerza	180	3	540	0.6	324	120	4.50	5.63	12	5.63	1x15
20	T1	fuerza	180	3	540	0.6	324	120	4.50	5.63	12	5.63	1x15
21	a1	Iluminacion	40	18	792	1	792	120	6.60	8.25	12	8.25	1x15
22	b1	Iluminacion	40	17	748	1	748	120	6.23	7.79	12	7.79	1x15
23	c1	bomba	3730	1	3730	0.6	2238	208	17.98	22.42	10	22.42	2x30
24	d1	Iluminacion	40	18	792	1	792	120	6.60	8.25	12	8.25	1x15
25	e1	Iluminacion	40	17	748	1	748	120	6.23	7.79	12	7.79	1x15

A.2 Característica de cargas segundo nivel edificio M-90

Segundo Nivel Modulo 90			Potencia en VA por unidad	Cantidad Unidades por carga	Carga Instalada	Factor de Demanda	D.M.E. VA	Inominal		Inominal cable	Cables	Inominal Flipon	Característica Flipon
Nb.	Circuito	Descripcion	P	UP	(PxUP)	F.D.	Carga Ins x F.D.	Vn	Carga Inst / Vn	Inom x 1.25	THW No.	Inom x 1.25	Flipon
1	A2	Iluminacion	40	28	1232	1	1232	120	10.27	12.83	12	12.83	1x15
2	B2	Iluminacion	40	28	1232	1	1232	120	10.27	12.83	12	12.83	1x15
3	C2	Iluminacion	40	36	1584	1	1584	120	13.20	16.50	12	16.50	1x20
4	D2	Iluminacion	40	36	1584	1	1584	120	13.20	16.50	12	16.50	1x15
5	E2	Iluminacion	40	30	1320	1	1320	120	11.00	13.75	12	13.75	1x15
6	F2	Iluminacion	40	19	1118	1	1118	120	9.32	11.65	12	11.65	1x15
7	G2	Iluminacion	40	12	528	1	528	120	4.40	5.50	12	5.50	1x15
8	H2	Iluminacion	40	30	1320	1	1320	120	11.00	13.75	12	13.75	1x15
9	I2	Iluminacion	40	24	1056	1	1056	120	8.80	11.00	12	11.00	1x15
10	J2	Iluminacion	40	30	1320	1	1320	120	11.00	13.75	12	13.75	1x15
11	K2	Iluminacion	40	36	1584	1	1584	120	13.22	16.52	12	16.52	1x20
12	L2	Iluminacion	40	19	836	1	836	120	6.97	8.71	10	8.71	1x15
13	M2	Iluminacion	40	19	1000	0.6	600	120	8.33	10.42	12	10.42	1x15
14	N2	fuerza	180	7	1260	0.6	756	120	10.50	13.13	12	13.13	1x15
16	P2	Iluminacion	40	19	796	1	796	120	6.63	8.29	12	8.29	1x15
17	Q2	fuerza	180	12	2160	0.6	1296	120	18.00	22.50	10	22.50	1x30
18	R2	fuerza	180	7	1260	0.6	756	120	10.50	13.13	12	13.13	1x15
19	S2	fuerza	180	6	1080	0.6	648	120	9.00	11.25	12	11.25	1x15
20	T2	fuerza	180	8	1440	0.6	864	120	12.00	15.00	12	15.00	1x20
21	U2	fuerza	180	8	1440	0.6	864	120	12.00	15.00	12	15.00	1x20
22	V2	fuerza	180	8	1440	0.6	864	120	12.00	15.00	12	15.00	1x20
23	W2	fuerza	180	7	1260	0.6	756	120	10.50	13.13	12	13.13	1x15
24	X2	fuerza	180	8	1440	0.6	864	120	12.00	15.00	12	15.00	1x20
25	Y2	fuerza	180	6	1080	0.6	648	120	9.00	11.25	12	11.25	1x15
26	Z2	fuerza	180	9	1620	0.6	972	120	13.50	16.88	12	16.88	1x20
27	a2	fuerza	180	8	1440	0.6	864	120	12.00	15.00	12	15.00	1x20
28	b2	fuerza	180	8	1440	0.6	864	120	12.00	15.00	12	15.00	1x20
29	d2	Iluminacion	40	17	748	1	748	120	6.23	7.79	12	7.79	1x20
30	e2	Iluminacion	40	18	792	1	792	120	6.60	8.25	12	8.25	1x15
31	f2	Iluminacion	40	17	748	1	748	120	6.23	7.79	12	7.79	1x15
32	g2	Iluminacion	60	20	1200	1	1200	120	10.00	12.50	12	12.50	1x15
33	h2	Iluminacion	60	20	1200	1	1200	120	10.00	12.50	12	12.50	1x15
34	j2	bomba	3730	1	3730	0.6	2238	208	17.93	22.42	10	22.42	2x30
35	o2	fuerza	180	6	1080	0.6	648	120	9.00	11.25	12	11.25	1x20

A.3 Característica de cargas primer nivel edificio M-D

Primer Nivel Modulo D			Potencia en VA por unidad	Cantidad de Unidades por carga	Carga Instalada	Factor de Demanda	D.M.E. VA	Inominal		Inominal cable	Cables	Inominal Flipon	Amperaje Flipon
No.	Circuito	Descripcion	P	UP	(PxUP)	F.D.	Carga Ins x F.D.	Vn	Carga Inst / Vn	Inom x 1.25	THW No.	Inom x 1.25	Flipon
1	A1	Iluminacion	40	30	1320	1	1320	120	11.00	13.75	12	13.75	1x15
2	B1	Iluminacion	40	24	1056	1	1056	120	8.80	11.00	12	11.00	1x15
3	C1	Iluminacion	40	24	1056	1	1056	120	8.80	11.00	12	11.00	1x15
4	D1	Iluminacion	40	24	1056	1	1056	120	8.80	11.00	12	11.00	1x15
5	E1	Iluminacion	40	28	1232	1	1232	120	10.27	12.83	12	12.83	1x15
6	F1	Iluminacion	40	14	616	1	616	120	5.13	6.42	12	6.42	1x15
7	G1	Iluminacion	40	14	616	1	616	120	5.13	6.42	12	6.42	1x15
8	H1	Iluminacion	40	19	872	1	872	120	7.27	9.08	12	9.08	1x15
9	I1	Iluminacion	40	24	1056	1	1056	120	8.80	11.00	12	11.00	1x15
10	J1	Iluminacion	40	36	1584	1	1584	120	13.20	16.50	12	16.50	1x20
11	K1	Iluminacion	40	36	1584	1	1584	120	13.20	16.50	12	16.50	1x20
12	L1	Iluminacion	40	28	1232	1	1232	120	10.27	12.83	12	12.83	1x15
13	M1	Iluminacion	40	14	616	1	616	120	5.13	6.42	12	6.42	1x15
14	N1	Iluminacion	40	16	704	1	704	120	5.87	7.33	12	7.33	1x15
15	O1	Iluminacion	40	31	1364	1	1364	120	11.37	14.21	12	14.21	1x15
16	P1	Iluminacion	40	31	1364	1	1364	120	11.37	14.21	12	14.21	1x15
17	Q1	Iluminacion	20	144	1512	1	1512	120	12.60	15.75	12	15.75	1x20
18	R1	Iluminacion	20	144	1512	1	1512	120	12.60	15.75	12	15.75	1x20
19	a1	fuerza	180	8	1440	0.6	864	120	12.00	15.00	12	15.00	1x20
20	b1	fuerza	180	8	1440	0.6	864	120	12.00	15.00	12	15.00	1x20
21	c1	fuerza	180	8	1440	0.6	864	120	12.00	15.00	12	15.00	1x20
22	d1	fuerza	180	7	1260	0.6	756	120	10.50	13.13	12	13.13	1x20
23	e1	fuerza	180	8	1440	0.6	864	208	6.92	8.65	12	8.65	1x15
24	f1	fuerza	180	8	1440	0.6	864	120	12.00	15.00	12	15.00	1x20
25	g1	fuerza	180	7	1260	0.6	756	120	10.50	13.13	12	13.13	1x15
26	h1	fuerza	180	8	1440	0.6	864	120	12.00	15.00	12	15.00	1x15
27	j1	bomba	3912.6	2	7825.2	0.6	4695.12	208	37.6212	47.03	6	47.03	2x60

A.4 Característica de cargas segundo nivel edificio M-D

Segundo Nivel Modulo D			Potencia en VA por unidad	Cantidad Unidades por carga	Carga Instalada	Factor de Demanda	D.M.E. VA	Inominal		Inominal cable	Cables	Inominal Flipon	Amperaje Flipon
No.	Circui to	Descripcion	P	UP	(PxUP)	F.D.	Carga Ins x F.D.	Vn	Carga Inst / Vn	Inom x 1.25	THW No.	Inom x 1.25	Flipon
1	A2	Iluminacion	40	32	1404	1	1404	120	11.70	14.63	12	14.63	1X20
2	B2	Iluminacion	40	24	1056	1	1056	120	8.80	11.00	12	11.00	1X15
3	C2	Iluminacion	40	24	1056	1	1056	120	8.80	11.00	12	11.00	1X15
4	D2	Iluminacion	40	24	1056	1	1056	120	8.80	11.00	12	11.00	1X15
5	E2	Iluminacion	40	32	1404	1	1404	120	11.70	14.63	12	14.63	1X20
6	F2	Iluminacion	40	32	1404	1	1404	120	11.70	14.63	12	14.63	1X20
7	G2	Iluminacion	40	32	1404	1	1404	120	11.70	14.63	12	14.63	1X20
8	H2	Iluminacion	40	36	1584	1	1584	120	13.20	16.50	12	16.50	1X20
9	I2	Iluminacion	40	20	880	1	880	120	7.33	9.17	12	9.17	1X15
10	J2	Iluminacion	40	28	1232	1	1232	120	10.27	12.83	12	12.83	1X15
11	K2	Iluminacion	40	34	1496	1	1496	120	12.47	15.58	12	15.58	1X20
12	L2	Iluminacion	40	24	1056	1	1056	120	8.80	11.00	12	11.00	1X15
13	M2	Iluminacion	40	20	880	1	880	120	7.33	9.17	12	9.17	1X15
14	N2	Iluminacion	40	31	1364	1	1364	120	11.37	14.21	12	14.21	1X20
15	O2	Iluminacion	40	31	1364	1	1364	120	11.37	14.21	12	14.21	1X20
16	P2	Iluminacion	40	24	1056	1	1056	120	8.80	11.00	12	11.00	1X15
17	a2	fuerza	180	8	1056	0.6	633.6	120	8.80	11.00	12	11.00	1X15
18	b2	fuerza	180	8	1440	0.6	864	120	12.00	15.00	12	15.00	1X20
19	c2	fuerza	180	7	1260	0.6	756	120	10.50	13.13	12	13.13	1X20
20	d2	fuerza	180	6	1080	0.6	648	120	9.00	11.25	12	11.25	1X15
21	e2	fuerza	180	8	1440	0.6	864	120	12.00	15.00	12	15.00	1X20
22	f2	fuerza	180	7	1260	0.6	756	120	10.50	13.13	12	13.13	1X20
23	g2	fuerza	180	8	1440	0.6	864	120	12.00	15.00	12	15.00	1X20

A.5 Característica de cargas tercer nivel edificio M-D

Tercer Nivel Modulo D			Potencia en VA por unidad	Cantidad Unidades por carga	Carga Instalada	Factor de Demanda	D.M.E. VA	Inominal		Inominal cable	Cables	Inominal Flipon	Amperaje Flipon
No.	Circuito	Descripción	P	UP	(PxUP)	F.D.	Carga lns x F.D.	Vn	Carga Inst / Vn	Inom x 1.25	THW No.	Inom x 1.25	Flipon
1	A3	Iluminacion	40	40	1760	1	1760	120	14.67	18.33	12	18.33	1x20
2	B2	Iluminacion	40	24	1056	1	1056	120	8.80	11.00	12	11.00	1x15
3	C2	Iluminacion	40	24	1056	1	1056	120	8.80	11.00	12	11.00	1x15
4	D2	Iluminacion	40	24	1056	1	1056	120	8.80	11.00	12	11.00	1x15
5	E2	Iluminacion	40	40	1760	1	1760	120	14.67	18.33	12	18.33	1x20
6	F2	Iluminacion	40	32	1404	1	1404	120	11.70	14.63	12	14.63	1x20
7	G2	Iluminacion	40	20	880	1	880	120	7.33	9.17	12	9.17	1x15
8	H2	Iluminacion	40	16	704	1	704	120	5.87	7.33	12	7.33	1x15
9	I2	Iluminacion	40	40	1760	1	1760	120	14.67	18.33	12	18.33	1x20
10	J2	Iluminacion	40	24	1056	1	1056	120	8.80	11.00	12	11.00	1x15
11	K2	Iluminacion	40	24	1056	1	1056	120	8.80	11.00	12	11.00	1x15
12	L2	Iluminacion	40	24	1056	1	1056	120	8.80	11.00	12	11.00	1x15
13	M2	Iluminacion	40	40	1760	1	1760	120	14.67	18.33	12	18.33	1x20
14	N2	Iluminacion	40	32	1404	1	1404	120	11.70	14.63	12	14.63	1x20
15	O2	Iluminacion	40	24	1056	1	1056	120	8.80	11.00	12	11.00	1x15
16	P2	Iluminacion	40	20	880	1	880	120	7.33	9.17	12	9.17	1x15
17	Q2	Iluminacion	40	20	880	1	880	120	7.33	9.17	12	9.17	1x15
18	R2	Iluminacion	40	38	1672	1	1672	120	13.93	17.42	12	17.42	1x20
19	S2	Iluminacion	40	38	1672	1	1672	120	13.93	17.42	12	17.42	1x20
20	a2	fuerza	180	8	1440	0.6	864	120	12.00	15.00	12	15.00	1x20
21	b2	fuerza	180	8	1440	0.6	864	120	12.00	15.00	12	15.00	1x20
22	c2	fuerza	180	7	1260	0.6	756	120	10.50	13.13	12	13.13	1x15
23	d2	fuerza	180	8	1440	0.6	864	120	12.00	15.00	12	15.00	1x20
24	e2	fuerza	180	7	1260	0.6	756	120	10.50	13.13	12	13.13	1x15
25	f2	fuerza	180	7	1260	0.6	756	120	10.50	13.13	12	13.13	1x15
26	g2	fuerza	180	8	1440	0.6	864	120	12.00	15.00	12	15.00	1x20
27	h2	fuerza	180	8	1440	0.6	864	120	12.00	15.00	12	15.00	1x20
28	i2	fuerza	180	7	1260	0.6	756	120	10.50	13.13	12	13.13	1x20
29	j2	fuerza	180	7	1260	0.6	756	120	10.50	13.13	12	13.13	1x20
30	k2	fuerza	180	8	1440	0.6	864	120	12.00	15.00	12	15.00	1x20

A.6 Área y capacidad de conducción de conductores

Calibre conductor AWG / MCM	TW		THW		THHN		Corriente de Corto Circuito (Miles de Amp Sim) t = 1ciclo = 0.0167seg
	Conduit	Aire	Conduit	Aire	Conduit	Aire	
14	20	25	20	30	25	35	1.68
12	25	30	25	35	30	40	2.68
10	30	40	35	50	40	55	4.25
8	40	60	50	70	55	80	6.76
6	55	80	65	95	75	105	10.8
4	70	105	85	125	95	140	17.1
2	95	140	115	170	130	190	27.2
1/0	125	195	150	230	170	260	43.3
2/0	145	225	175	265	195	300	54.5
3/0	165	260	300	310	225	350	68.7
4/0	195	300	230	360	260	405	86.7
250	215	240	255	405	290	455	102
300	240	375	285	445	320	505	123
350	260	420	310	505	350	570	143
400	280	455	335	545	380	615	164
500	320	515	380	620	430	700	205

En conduit, valores de operación a 90°C (194°F)

Fuente: **Phelps Dodge** de Centro América

A.7 Corrientes RMS edificio M-90

Time	Fase A	Fase B	Fase C	Neutro	Time	Fase A	Fase B	Fase C	Neutro
23/01/2006 10:51:43 a.m.	19.69	17.45	6.43	14.44	23/01/2006 08:31:43 p.m.	78.53	53.94	94.36	43.02
23/01/2006 11:01:43 a.m.	19.67	14.17	6.20	13.81	23/01/2006 08:41:43 p.m.	65.94	48.52	99.73	49.27
23/01/2006 11:11:43 a.m.	19.78	19.76	6.43	15.40	23/01/2006 08:51:43 p.m.	74.55	49.88	99.15	45.05
23/01/2006 11:21:43 a.m.	25.81	12.16	7.31	17.15	23/01/2006 09:01:43 p.m.	51.73	44.6	40.9	16.53
23/01/2006 11:31:43 a.m.	30.92	13.97	7.55	20.96	23/01/2006 09:11:43 p.m.	43.12	32.15	26.37	14.86
23/01/2006 11:41:43 a.m.	23.97	23.24	4.91	18.77	23/01/2006 09:21:43 p.m.	48.27	23.38	12.39	30.65
23/01/2006 11:51:43 a.m.	12.10	11.23	4.90	7.52	23/01/2006 09:31:43 p.m.	25.44	11.52	11.74	10.99
23/01/2006 12:01:43 p.m.	13.92	11.19	5.12	7.90	23/01/2006 09:41:43 p.m.	36.65	4.03	7.11	29.95
23/01/2006 12:11:43 p.m.	8.12	7.72	4.92	3.96	23/01/2006 09:51:43 p.m.	41.61	4.03	6.28	35.32
23/01/2006 12:21:43 p.m.	19.93	13.25	5.13	11.70	23/01/2006 10:01:43 p.m.	26.71	4.09	6.53	20.22
23/01/2006 12:31:43 p.m.	8.11	13.19	4.91	8.10	23/01/2006 10:11:43 p.m.	21.67	4.09	6.28	15.76
23/01/2006 12:41:43 p.m.	13.53	8.02	10.79	4.26	23/01/2006 10:21:43 p.m.	4	1.69	6.51	4.07
23/01/2006 12:51:43 p.m.	21.20	8.02	13.87	11.07	23/01/2006 10:31:43 p.m.	7.62	1.01	14.4	10.74
23/01/2006 01:01:43 p.m.	13.21	8.02	7.94	5.06	23/01/2006 10:41:43 p.m.	7.63	1.05	6.32	4.71
23/01/2006 01:11:43 p.m.	7.33	7.95	8.16	3.26	23/01/2006 10:51:43 p.m.	7.61	1.02	6.07	4.90
23/01/2006 01:21:43 p.m.	6.75	7.98	7.93	3.55	23/01/2006 11:01:43 p.m.	7.63	1.03	6.16	4.94
23/01/2006 01:31:43 p.m.	6.57	6.44	8.14	3.36	23/01/2006 11:11:43 p.m.	7.66	1.04	6.32	5.01
23/01/2006 01:41:43 p.m.	8.71	6.47	7.92	2.36	23/01/2006 11:21:43 p.m.	7.65	1.03	8.78	5.82
23/01/2006 01:51:43 p.m.	6.48	6.46	9.37	4.56	23/01/2006 11:31:43 p.m.	7.67	1.05	8.78	5.83
23/01/2006 02:01:43 p.m.	16.75	14.43	25.09	14.22	23/01/2006 11:41:43 p.m.	9.83	6.66	8.4	4.28
23/01/2006 02:11:43 p.m.	34.26	15.32	26.44	16.45	23/01/2006 11:51:43 p.m.	7.67	1.06	8.67	6.20
23/01/2006 02:21:43 p.m.	61.70	21.69	27.96	33.77	24/01/2006 12:01:43 a.m.	7.65	1.04	8.66	5.78
23/01/2006 02:31:43 p.m.	34.76	45.53	25.79	21.21	24/01/2006 12:11:43 a.m.	7.68	1.07	8.34	5.70
23/01/2006 02:41:43 p.m.	55.90	29.53	41.84	23.79	24/01/2006 12:21:43 a.m.	7.65	1.1	8.68	5.81
23/01/2006 02:51:43 p.m.	57.77	41.39	47.25	18.65	24/01/2006 12:31:43 a.m.	7.67	1.07	8.35	5.70
23/01/2006 03:01:43 p.m.	46.04	41.30	44.69	13.88	24/01/2006 12:41:43 a.m.	7.67	1.11	8.67	5.82
23/01/2006 03:11:43 p.m.	47.63	43.96	37.47	17.68	24/01/2006 12:51:43 a.m.	7.72	1.08	8.39	5.73
23/01/2006 03:21:43 p.m.	41.54	59.04	38.36	25.10	24/01/2006 01:01:43 a.m.	7.69	1.08	8.92	5.90
23/01/2006 03:31:43 p.m.	41.59	48.13	39.97	18.11	24/01/2006 01:11:43 a.m.	1.47	1.08	1.47	1.34
23/01/2006 03:41:43 p.m.	42.72	46.04	47.57	16.65	24/01/2006 01:21:43 a.m.	1.48	1.09	1.48	1.35
23/01/2006 03:51:43 p.m.	47.37	51.31	47.74	16.12	24/01/2006 01:31:43 a.m.	1.49	1.09	1.48	1.35
23/01/2006 04:01:43 p.m.	42.87	45.10	38.86	17.36	24/01/2006 01:41:43 a.m.	1.47	1.08	1.49	1.35
23/01/2006 04:11:43 p.m.	50.54	54.42	43.70	20.12	24/01/2006 01:51:43 a.m.	1.49	1.1	1.47	1.14
23/01/2006 04:21:43 p.m.	57.34	72.93	52.24	26.11	24/01/2006 02:01:43 a.m.	1.48	1.1	1.49	1.36
23/01/2006 04:31:43 p.m.	68.94	59.52	60.91	19.22	24/01/2006 02:11:43 a.m.	1.48	1.12	1.48	1.36
23/01/2006 04:41:43 p.m.	52.38	53.04	53.91	20.61	24/01/2006 02:21:43 a.m.	1.48	1.1	1.48	1.09
23/01/2006 04:51:43 p.m.	63.70	49.82	61.86	23.49	24/01/2006 02:31:43 a.m.	1.47	1.08	1.47	1.34
23/01/2006 05:01:43 p.m.	61.52	57.86	78.75	30.22	24/01/2006 02:41:43 a.m.	1.49	1.1	1.48	1.36
23/01/2006 05:11:43 p.m.	59.91	71.54	91.63	36.58	24/01/2006 02:51:43 a.m.	1.49	1.11	1.48	1.36
23/01/2006 05:21:43 p.m.	76.33	59.76	100.78	44.12	24/01/2006 03:01:43 a.m.	1.47	1.1	1.48	1.35
23/01/2006 05:31:43 p.m.	74.52	63.38	105.45	44.59	24/01/2006 03:11:43 a.m.	1.49	1.09	1.45	1.34
23/01/2006 05:41:43 p.m.	71.04	48.58	89.49	43.07	24/01/2006 03:21:43 a.m.	1.48	1.51	1.48	1.45
23/01/2006 05:51:43 p.m.	70.77	58.30	95.85	41.34	24/01/2006 03:31:43 a.m.	1.46	1.07	1.48	1.34
23/01/2006 06:01:43 p.m.	75.79	67.65	93.83	33.18	24/01/2006 03:41:43 a.m.	1.47	1.1	1.49	1.35
23/01/2006 06:11:43 p.m.	77.70	53.88	94.26	42.47	24/01/2006 03:51:43 a.m.	1.48	1.11	1.44	0.96
23/01/2006 06:21:43 p.m.	75.98	61.06	104.85	45.25	24/01/2006 04:01:43 a.m.	1.48	1.08	1.48	1.35
23/01/2006 06:31:43 p.m.	85.83	51.68	117.66	62.96	24/01/2006 04:11:43 a.m.	1.45	0.99	1.48	1.05
23/01/2006 06:41:43 p.m.	78.11	64.50	109.90	48.80	24/01/2006 04:21:43 a.m.	1.48	1.07	1.49	1.35
23/01/2006 06:51:43 p.m.	76.34	52.38	117.19	61.77	24/01/2006 04:31:43 a.m.	1.48	1.08	1.48	1.35
23/01/2006 07:01:43 p.m.	76.29	57.40	109.19	51.95	24/01/2006 04:41:43 a.m.	1.48	1.08	8.7	7.81
23/01/2006 07:11:43 p.m.	76.24	50.50	107.95	55.48	24/01/2006 04:51:43 a.m.	1.47	1.08	8.72	8.11
23/01/2006 07:21:43 p.m.	83.00	51.96	109.53	56.31	24/01/2006 05:01:43 a.m.	1.46	1.12	8.94	3.84
23/01/2006 07:31:43 p.m.	93.59	56.19	100.75	48.48	24/01/2006 05:11:43 a.m.	1.46	1.08	8.48	3.67
23/01/2006 07:41:43 p.m.	87.94	53.03	105.96	52.88	24/01/2006 05:21:43 a.m.	1.44	1.09	1.46	1.33
23/01/2006 07:51:43 p.m.	93.69	60.89	106.33	46.85	24/01/2006 05:31:43 a.m.	5.1	1.09	1.45	2.55
23/01/2006 08:01:43 p.m.	76.19	50.00	100.28	49.83	24/01/2006 05:41:43 a.m.	5.07	1.08	1.46	2.54
23/01/2006 08:11:43 p.m.	93.74	65.74	100.35	38.61	24/01/2006 05:51:43 a.m.	5.02	0.98	1.47	2.49
23/01/2006 08:21:43 p.m.	71.37	55.11	104.32	47.83	24/01/2006 06:01:43 a.m.	5.01	1.07	1.45	2.51
23/01/2006 08:31:43 p.m.	78.53	53.94	94.36	43.02	23/01/2006 11:11:43 p.m.	7.66	1.04	6.32	5.01
23/01/2006 08:41:43 p.m.	65.94	48.52	99.73	49.27	23/01/2006 11:21:43 p.m.	7.65	1.03	8.78	5.82
23/01/2006 08:51:43 p.m.	74.55	49.88	99.15	45.05	23/01/2006 11:31:43 p.m.	7.67	1.05	8.78	5.83
23/01/2006 09:01:43 p.m.	51.73	44.60	40.90	16.53	23/01/2006 11:41:43 p.m.	9.83	6.66	8.4	4.28
23/01/2006 09:11:43 p.m.	43.12	32.15	26.37	14.86	23/01/2006 11:51:43 p.m.	7.67	1.06	8.67	6.20
23/01/2006 09:21:43 p.m.	48.27	23.38	12.39	30.65	24/01/2006 12:01:43 a.m.	7.65	1.04	8.66	5.78
23/01/2006 09:31:43 p.m.	25.44	11.52	11.74	10.99	24/01/2006 12:11:43 a.m.	7.68	1.07	8.34	5.70
23/01/2006 09:41:43 p.m.	36.65	4.03	7.11	29.95	24/01/2006 12:21:43 a.m.	7.65	1.1	8.68	5.81
23/01/2006 09:51:43 p.m.	41.61	4.03	6.28	35.32	24/01/2006 12:31:43 a.m.	7.67	1.07	8.35	5.70
23/01/2006 10:01:43 p.m.	26.71	4.09	6.53	20.22	24/01/2006 12:41:43 a.m.	7.67	1.11	8.67	5.82
23/01/2006 10:11:43 p.m.	21.67	4.09	6.28	15.76	24/01/2006 12:51:43 a.m.	7.72	1.08	8.39	5.73
23/01/2006 10:21:43 p.m.	4.00	1.69	6.51	4.07	24/01/2006 01:01:43 a.m.	7.69	1.08	8.92	5.90
23/01/2006 10:31:43 p.m.	7.62	1.01	14.40	10.74	24/01/2006 01:11:43 a.m.	1.47	1.08	1.47	1.34
23/01/2006 10:41:43 p.m.	7.63	1.05	6.32	4.71	24/01/2006 01:21:43 a.m.	1.48	1.09	1.48	1.35
23/01/2006 10:51:43 p.m.	7.64	1.03	6.27	4.60	24/01/2006 01:31:43 a.m.	1.46	1.09	1.48	1.35

A.8 Corrientes de línea y desbalances edificio M-D

Time	Fase A	Fase B	Fase C	Neutro	Time	Fase A	Fase B	Fase C	Neutro
19/01/2006 12:02:58 p.m.	23.85	37.91	41.97	9.49	19/01/2006 10:22:58 p.m.	1.75	12.91	11.84	6.43
19/01/2006 12:12:58 p.m.	25.32	38.81	41.79	15.33	19/01/2006 10:32:58 p.m.	1.91	11.82	11.74	7.08
19/01/2006 12:22:58 p.m.	28.22	37.45	31.16	9.03	19/01/2006 10:42:58 p.m.	1.90	12.06	11.95	5.76
19/01/2006 12:32:58 p.m.	17.22	36.26	31.19	13.43	19/01/2006 10:52:58 p.m.	1.85	16.03	12.13	9.91
19/01/2006 12:42:58 p.m.	16.68	33.06	31.22	15.83	19/01/2006 11:02:58 p.m.	1.83	15.35	12.10	8.60
19/01/2006 12:52:58 p.m.	17.89	34.68	29.20	12.94	19/01/2006 11:12:58 p.m.	1.96	15.50	12.22	8.74
19/01/2006 01:02:58 p.m.	17.07	41.44	34.35	17.91	19/01/2006 11:22:58 p.m.	1.70	12.41	12.28	8.67
19/01/2006 01:12:58 p.m.	10.27	36.18	34.54	17.06	19/01/2006 11:32:58 p.m.	1.71	12.53	12.30	9.54
19/01/2006 01:22:58 p.m.	10.19	37.72	29.19	15.32	19/01/2006 11:42:58 p.m.	2.13	20.38	12.33	14.16
19/01/2006 01:32:58 p.m.	12.44	37.45	29.31	19.04	19/01/2006 11:52:58 p.m.	1.77	14.18	12.34	8.16
19/01/2006 01:42:58 p.m.	19.27	30.08	35.83	13.43	20/01/2006 12:02:58 a.m.	3.11	13.50	12.27	6.94
19/01/2006 01:52:58 p.m.	20.58	31.82	35.17	13.68	20/01/2006 12:12:58 a.m.	1.75	11.83	12.27	7.03
19/01/2006 02:02:58 p.m.	13.78	31.25	35.26	15.44	20/01/2006 12:22:58 a.m.	1.80	11.94	12.39	8.00
19/01/2006 02:12:58 p.m.	13.12	33.80	41.21	20.01	20/01/2006 12:32:58 a.m.	1.85	15.80	12.33	9.98
19/01/2006 02:22:58 p.m.	13.03	33.62	37.56	20.03	20/01/2006 12:42:58 a.m.	1.93	15.89	12.44	8.78
19/01/2006 02:32:58 p.m.	12.78	32.59	46.06	25.17	20/01/2006 12:52:58 a.m.	1.91	13.90	12.35	8.23
19/01/2006 02:42:58 p.m.	21.07	31.58	46.83	22.09	20/01/2006 01:02:58 a.m.	3.33	12.11	12.44	6.52
19/01/2006 02:52:58 p.m.	26.47	44.81	64.51	18.76	20/01/2006 01:12:58 a.m.	1.77	11.74	12.10	7.79
19/01/2006 03:02:58 p.m.	32.90	31.30	46.39	16.97	20/01/2006 01:22:58 a.m.	1.88	13.46	12.26	8.33
19/01/2006 03:12:58 p.m.	51.36	43.98	50.75	12.31	20/01/2006 01:32:58 a.m.	1.70	13.56	12.49	7.86
19/01/2006 03:22:58 p.m.	52.05	48.35	50.90	12.91	20/01/2006 01:42:58 a.m.	1.66	11.68	12.31	7.30
19/01/2006 03:32:58 p.m.	51.55	49.85	51.98	11.81	20/01/2006 01:52:58 a.m.	1.68	11.82	12.35	7.97
19/01/2006 03:42:58 p.m.	51.88	51.39	52.20	9.77	20/01/2006 02:02:58 a.m.	3.35	11.90	12.42	6.75
19/01/2006 03:52:58 p.m.	53.56	52.77	54.33	12.42	20/01/2006 02:12:58 a.m.	1.79	13.62	12.47	8.53
19/01/2006 04:02:58 p.m.	45.27	48.08	55.00	17.58	20/01/2006 02:22:58 a.m.	1.81	15.72	12.44	8.44
19/01/2006 04:12:58 p.m.	45.24	46.53	48.89	14.55	20/01/2006 02:32:58 a.m.	1.88	13.95	12.56	8.52
19/01/2006 04:22:58 p.m.	44.21	47.69	53.37	17.97	20/01/2006 02:42:58 a.m.	1.80	13.71	12.38	8.14
19/01/2006 04:32:58 p.m.	44.63	46.02	49.96	15.40	20/01/2006 02:52:58 a.m.	1.96	13.76	12.56	7.76
19/01/2006 04:42:58 p.m.	55.24	47.65	48.18	16.65	20/01/2006 03:02:58 a.m.	3.42	13.64	12.48	7.42
19/01/2006 04:52:58 p.m.	51.04	51.06	48.81	16.57	20/01/2006 03:12:58 a.m.	1.83	11.87	12.41	7.26
19/01/2006 05:02:58 p.m.	56.14	51.31	49.25	13.46	20/01/2006 03:22:58 a.m.	1.73	12.23	12.60	8.17
19/01/2006 05:12:58 p.m.	56.24	51.56	48.89	12.26	20/01/2006 03:32:58 a.m.	1.69	11.98	12.49	8.44
19/01/2006 05:22:58 p.m.	48.79	49.76	43.21	7.17	20/01/2006 03:42:58 a.m.	1.81	13.98	12.52	8.14
19/01/2006 05:32:58 p.m.	48.53	52.07	52.70	13.48	20/01/2006 03:52:58 a.m.	1.78	13.63	12.77	7.59
19/01/2006 05:42:58 p.m.	48.79	57.48	53.89	9.26	20/01/2006 04:02:58 a.m.	1.76	11.82	12.43	7.46
19/01/2006 05:52:58 p.m.	38.78	63.27	61.59	20.69	20/01/2006 04:12:58 a.m.	1.84	13.99	12.46	9.06
19/01/2006 06:02:58 p.m.	38.33	62.52	65.24	27.13	20/01/2006 04:22:58 a.m.	1.85	13.88	12.41	7.84
19/01/2006 06:12:58 p.m.	50.78	74.47	70.62	18.11	20/01/2006 04:32:58 a.m.	1.91	15.51	12.35	8.16
19/01/2006 06:22:58 p.m.	52.11	74.43	72.47	15.99	20/01/2006 04:42:58 a.m.	1.85	13.77	12.45	7.65
19/01/2006 06:32:58 p.m.	44.36	73.53	71.40	18.31	20/01/2006 04:52:58 a.m.	1.68	12.22	15.51	10.19
19/01/2006 06:42:58 p.m.	44.77	82.06	71.15	20.02	20/01/2006 05:02:58 a.m.	1.71	12.01	15.34	11.03
19/01/2006 06:52:58 p.m.	46.09	78.01	70.25	18.18	20/01/2006 05:12:58 a.m.	3.45	29.21	12.20	15.49
19/01/2006 07:02:58 p.m.	45.73	86.26	62.61	22.95	20/01/2006 05:22:58 a.m.	1.40	3.19	0.00	2.38
19/01/2006 07:12:58 p.m.	46.27	74.60	62.89	11.34	20/01/2006 05:32:58 a.m.	1.33	1.75	0.00	2.64
19/01/2006 07:22:58 p.m.	44.86	67.66	62.96	14.57	20/01/2006 05:42:58 a.m.	1.26	1.74	0.00	1.68
19/01/2006 07:32:58 p.m.	46.49	66.72	63.13	10.02	20/01/2006 05:52:58 a.m.	1.23	1.75	0.00	1.90
19/01/2006 07:42:58 p.m.	45.46	66.30	63.57	8.97	20/01/2006 06:02:58 a.m.	1.42	5.30	0.00	3.41
19/01/2006 07:52:58 p.m.	47.75	70.76	61.92	10.90	20/01/2006 06:12:58 a.m.	2.75	5.19	0.00	4.46
19/01/2006 08:02:58 p.m.	44.47	63.37	55.94	11.67	20/01/2006 06:22:58 a.m.	1.29	3.40	0.00	3.99
19/01/2006 08:12:58 p.m.	45.44	63.24	48.61	12.07	20/01/2006 06:32:58 a.m.	1.24	2.42	0.00	2.38
19/01/2006 08:22:58 p.m.	44.24	61.99	45.89	17.05	20/01/2006 06:42:58 a.m.	1.33	2.41	0.00	2.05
19/01/2006 08:32:58 p.m.	38.89	61.75	33.34	19.80	20/01/2006 06:52:58 a.m.	1.41	3.78	0.00	4.54
19/01/2006 08:42:58 p.m.	36.90	58.61	32.62	19.57	20/01/2006 07:02:58 a.m.	1.32	3.76	0.00	4.14
19/01/2006 08:52:58 p.m.	25.87	32.94	24.47	7.87	20/01/2006 07:12:58 a.m.	1.35	2.83	0.00	4.11
19/01/2006 09:02:58 p.m.	1.70	17.44	11.08	11.54	20/01/2006 07:22:58 a.m.	1.30	2.16	0.00	3.57
19/01/2006 09:12:58 p.m.	1.92	15.58	11.36	8.71	20/01/2006 07:32:58 a.m.	1.40	3.43	0.00	2.96
19/01/2006 09:22:58 p.m.	1.72	14.92	11.37	9.12	20/01/2006 07:42:58 a.m.	1.38	4.09	0.00	7.26
19/01/2006 09:32:58 p.m.	1.83	11.76	11.52	7.91	20/01/2006 07:52:58 a.m.	1.78	4.56	3.37	3.05
19/01/2006 09:42:58 p.m.	2.01	11.03	11.40	6.61	20/01/2006 08:02:58 a.m.	9.41	16.20	11.22	9.40
19/01/2006 09:52:58 p.m.	3.58	11.13	11.59	7.37	20/01/2006 08:12:58 a.m.	9.15	31.90	28.76	11.73
19/01/2006 10:02:58 p.m.	1.72	12.84	11.64	8.12	20/01/2006 08:22:58 a.m.	10.07	21.37	10.37	12.70
19/01/2006 10:12:58 p.m.	1.84	12.75	11.67	5.54	20/01/2006 08:32:58 a.m.	16.26	22.20	16.08	4.57
19/01/2006 10:22:58 p.m.	1.75	12.91	11.84	6.43	20/01/2006 08:42:58 a.m.	17.45	22.83	22.53	9.09
19/01/2006 10:32:58 p.m.	1.91	11.82	11.74	7.08	20/01/2006 08:52:58 a.m.	17.81	35.83	22.29	8.46
19/01/2006 10:42:58 p.m.	1.90	12.06	11.95	5.76	20/01/2006 09:02:58 a.m.	28.85	49.71	26.41	8.98
19/01/2006 10:52:58 p.m.	1.85	16.03	12.13	9.91	20/01/2006 09:12:58 a.m.	29.53	59.62	20.90	19.36
19/01/2006 11:02:58 p.m.	1.83	15.35	12.10	8.60	20/01/2006 09:22:58 a.m.	30.67	66.02	30.44	11.90

A.9 Voltajes, regulación y desbalances edificio M-90

Time	RMS VoltajeVAN (V)	RMS VoltajeVBN (V)	RMS VoltajeVCN (V)	Regulación %	Desbalance
23/01/2006 10:51:43 a.m.	116.76	120.58	117.11	1.54	3.23%
23/01/2006 11:01:43 a.m.	117.52	121.13	119.37	0.55	3.02%
23/01/2006 11:11:43 a.m.	116.16	119.98	116.38	2.08	3.25%
23/01/2006 11:21:43 a.m.	117.09	120.7	119.07	0.87	3.03%
23/01/2006 11:31:43 a.m.	115.88	120.09	116.47	2.10	3.58%
23/01/2006 11:41:43 a.m.	115.73	120.02	116.33	2.20	3.66%
23/01/2006 11:51:43 a.m.	116.56	120.46	116.98	1.67	3.31%
23/01/2006 12:01:43 p.m.	116.63	119.9	117.02	1.79	2.77%
23/01/2006 12:11:43 p.m.	118.54	121.39	120.79	0.20	2.37%
23/01/2006 12:21:43 p.m.	116.38	119.25	116.27	2.25	2.54%
23/01/2006 12:31:43 p.m.	118.3	120.75	119.96	0.27	2.05%
23/01/2006 12:41:43 p.m.	117.67	120.34	117.61	1.22	2.30%
23/01/2006 12:51:43 p.m.	117.85	120.84	117.89	0.95	2.52%
23/01/2006 01:01:43 p.m.	117.59	120.41	117.36	1.29	2.57%
23/01/2006 01:11:43 p.m.	117.35	119.83	116.62	1.72	2.72%
23/01/2006 01:21:43 p.m.	117.19	120.32	117.22	1.46	2.65%
23/01/2006 01:31:43 p.m.	118.73	121.49	118.53	0.35	2.48%
23/01/2006 01:41:43 p.m.	119.82	122.29	121.98	1.14	2.04%
23/01/2006 01:51:43 p.m.	118.83	121.72	118.81	0.18	2.43%
23/01/2006 02:01:43 p.m.	119.74	122.27	121.45	0.96	2.09%
23/01/2006 02:11:43 p.m.	117.82	121.03	117.73	0.95	2.78%
23/01/2006 02:21:43 p.m.	117.32	121.11	117.06	1.25	3.42%
23/01/2006 02:31:43 p.m.	118.32	121.8	121.01	0.31	2.89%
23/01/2006 02:41:43 p.m.	116.77	120.5	119.34	0.94	3.14%
23/01/2006 02:51:43 p.m.	116.69	120.93	120.4	0.55	3.55%
23/01/2006 03:01:43 p.m.	116.75	120.5	119.66	0.86	3.15%
23/01/2006 03:11:43 p.m.	117.5	121.06	119.9	0.43	2.98%
23/01/2006 03:21:43 p.m.	116.29	120.48	119.28	1.10	3.53%
23/01/2006 03:31:43 p.m.	116.35	120.13	118.87	1.29	3.19%
23/01/2006 03:41:43 p.m.	116.89	120.76	119.26	0.86	3.25%
23/01/2006 03:51:43 p.m.	116.16	120.05	118.55	1.46	3.29%
23/01/2006 04:01:43 p.m.	115.89	119.82	118.38	1.64	3.33%
23/01/2006 04:11:43 p.m.	116.11	120.17	118.96	1.32	3.43%
23/01/2006 04:21:43 p.m.	116.14	120.23	118.61	1.39	3.46%
23/01/2006 04:31:43 p.m.	114.53	119.34	114.65	3.19	4.14%
23/01/2006 04:41:43 p.m.	115.73	119.95	117.42	1.92	3.59%
23/01/2006 04:51:43 p.m.	114.8	119.92	114.94	2.87	4.39%
23/01/2006 05:01:43 p.m.	114.97	120.2	115.22	2.67	4.48%
23/01/2006 05:02:13 p.m.	115.04	120.22	115.23	2.64	4.43%
23/01/2006 05:11:43 p.m.	114.82	120.06	114.59	2.92	4.70%
23/01/2006 05:21:43 p.m.	114.72	120.05	114.08	3.10	5.13%
23/01/2006 05:31:43 p.m.	115.42	120.88	114.42	2.58	5.53%
23/01/2006 05:41:43 p.m.	113.79	118.71	112.7	4.11	5.22%
23/01/2006 05:51:43 p.m.	113.99	118.99	112.94	3.91	5.25%
23/01/2006 06:01:43 p.m.	115.24	120.22	114.05	2.91	5.30%
23/01/2006 06:11:43 p.m.	114.06	119.49	112.69	3.82	5.89%
23/01/2006 06:21:43 p.m.	113.94	119.54	114.78	3.26	4.82%
23/01/2006 06:31:43 p.m.	113.02	119.13	112.33	4.31	5.92%
23/01/2006 06:41:43 p.m.	112.82	118.29	112.96	4.43	4.77%
23/01/2006 06:51:43 p.m.	112.81	118.51	111.41	4.80	6.21%
23/01/2006 07:01:43 p.m.	113.43	118.7	111.97	4.42	5.87%
23/01/2006 07:11:43 p.m.	113.58	119.09	112.3	4.17	5.90%
23/01/2006 07:21:43 p.m.	113.6	119.05	112.2	4.21	5.96%

Time	RMS VoltajeVAN (V)	RMS VoltajeVBN (V)	RMS VoltajeVCN (V)	Regulación %	Desbalance
23/01/2006 10:51:43 a.m.	116.76	120.58	117.11	1.54	3.23%
23/01/2006 11:01:43 a.m.	117.52	121.13	119.37	0.55	3.02%
23/01/2006 11:11:43 a.m.	116.16	119.98	116.38	2.08	3.25%
23/01/2006 11:21:43 a.m.	117.09	120.7	119.07	0.87	3.03%
23/01/2006 11:31:43 a.m.	115.88	120.09	116.47	2.10	3.58%
23/01/2006 11:41:43 a.m.	115.73	120.02	116.33	2.20	3.66%
23/01/2006 11:51:43 a.m.	116.56	120.46	116.98	1.67	3.31%
23/01/2006 12:01:43 p.m.	116.63	119.9	117.02	1.79	2.77%
23/01/2006 12:11:43 p.m.	118.54	121.39	120.79	0.20	2.37%
23/01/2006 12:21:43 p.m.	116.38	119.25	116.27	2.25	2.54%
23/01/2006 12:31:43 p.m.	118.3	120.75	119.96	0.27	2.05%
23/01/2006 12:41:43 p.m.	117.67	120.34	117.61	1.22	2.30%
23/01/2006 12:51:43 p.m.	117.85	120.84	117.89	0.95	2.52%
23/01/2006 01:01:43 p.m.	117.59	120.41	117.36	1.29	2.57%
23/01/2006 01:11:43 p.m.	117.35	119.83	116.62	1.72	2.72%
23/01/2006 01:21:43 p.m.	117.19	120.32	117.22	1.46	2.65%
23/01/2006 01:31:43 p.m.	118.73	121.49	118.53	0.35	2.48%
23/01/2006 01:41:43 p.m.	119.82	122.29	121.98	1.14	2.04%
23/01/2006 01:51:43 p.m.	118.83	121.72	118.81	0.18	2.43%
23/01/2006 02:01:43 p.m.	119.74	122.27	121.45	0.96	2.09%
23/01/2006 02:11:43 p.m.	117.82	121.03	117.73	0.95	2.78%
23/01/2006 02:21:43 p.m.	117.32	121.11	117.06	1.25	3.42%
23/01/2006 02:31:43 p.m.	118.32	121.8	121.01	0.31	2.89%
23/01/2006 02:41:43 p.m.	116.77	120.5	119.34	0.94	3.14%
23/01/2006 02:51:43 p.m.	116.69	120.93	120.4	0.55	3.55%
23/01/2006 03:01:43 p.m.	116.75	120.5	119.66	0.86	3.15%
23/01/2006 03:11:43 p.m.	117.5	121.06	119.9	0.43	2.98%
23/01/2006 03:21:43 p.m.	116.29	120.48	119.28	1.10	3.53%
23/01/2006 03:31:43 p.m.	116.35	120.13	118.87	1.29	3.19%
23/01/2006 03:41:43 p.m.	116.89	120.76	119.26	0.86	3.25%
23/01/2006 03:51:43 p.m.	116.16	120.05	118.55	1.46	3.29%
23/01/2006 04:01:43 p.m.	115.89	119.82	118.38	1.64	3.33%
23/01/2006 04:11:43 p.m.	116.11	120.17	118.96	1.32	3.43%
23/01/2006 04:21:43 p.m.	116.14	120.23	118.61	1.39	3.46%
23/01/2006 04:31:43 p.m.	114.53	119.34	114.65	3.19	4.14%
23/01/2006 04:41:43 p.m.	115.73	119.95	117.42	1.92	3.59%
23/01/2006 04:51:43 p.m.	114.8	119.92	114.94	2.87	4.39%
23/01/2006 05:01:43 p.m.	114.97	120.2	115.22	2.67	4.48%
23/01/2006 05:02:13 p.m.	115.04	120.22	115.23	2.64	4.43%
23/01/2006 05:11:43 p.m.	114.82	120.06	114.59	2.92	4.70%
23/01/2006 05:21:43 p.m.	114.72	120.05	114.08	3.10	5.13%
23/01/2006 05:31:43 p.m.	115.42	120.88	114.42	2.58	5.53%
23/01/2006 05:41:43 p.m.	113.79	118.71	112.7	4.11	5.22%
23/01/2006 05:51:43 p.m.	113.99	118.99	112.94	3.91	5.25%
23/01/2006 06:01:43 p.m.	115.24	120.22	114.05	2.91	5.30%
23/01/2006 06:11:43 p.m.	114.06	119.49	112.69	3.82	5.89%
23/01/2006 06:21:43 p.m.	113.94	119.54	114.78	3.26	4.82%
23/01/2006 06:31:43 p.m.	113.02	119.13	112.33	4.31	5.92%
23/01/2006 06:41:43 p.m.	112.82	118.29	112.96	4.43	4.77%
23/01/2006 06:51:43 p.m.	112.81	118.51	111.41	4.80	6.21%
23/01/2006 07:01:43 p.m.	113.43	118.7	111.97	4.42	5.87%
23/01/2006 07:11:43 p.m.	113.58	119.09	112.3	4.17	5.90%
23/01/2006 07:21:43 p.m.	113.6	119.05	112.2	4.21	5.96%
23/01/2006 07:31:43 p.m.	112.44	117.18	110.89	5.41	5.54%
23/01/2006 07:41:43 p.m.	112.94	117.84	111.62	4.89	5.45%

A.10 Voltajes, regulación y desbalances edificio M-D

Time	RMS VoltajeVAN (V)	RMS VoltajeVBN (V)	RMS VoltajeVCN (V)	Regulación %	Desbalance %
19/01/2006 12:02:58 p.m.	114.51	121.48	119.19	1.34	0.06
19/01/2006 12:12:58 p.m.	114.25	120.53	118.24	1.94	0.05
19/01/2006 12:22:58 p.m.	113.28	120.83	118.94	1.93	0.06
19/01/2006 12:32:58 p.m.	120.66	121.43	119.6	0.47	0.02
19/01/2006 12:42:58 p.m.	116.33	121.6	119.6	0.69	0.04
19/01/2006 12:52:58 p.m.	116.05	121.41	119.56	0.83	0.05
19/01/2006 01:02:58 p.m.	117.22	122.1	119.51	0.33	0.04
19/01/2006 01:12:58 p.m.	116.54	122.43	120.3	0.20	0.05
19/01/2006 01:22:58 p.m.	117.98	122.46	120.8	0.34	0.04
19/01/2006 01:32:58 p.m.	114.92	122.4	120.9	0.49	0.06
19/01/2006 01:42:58 p.m.	119	122.32	120.17	0.41	0.03
19/01/2006 01:52:58 p.m.	114.67	122.36	120.53	0.68	0.06
19/01/2006 02:02:58 p.m.	115.32	122.59	120.21	0.52	0.06
19/01/2006 02:12:58 p.m.	115.89	121.73	119.94	0.68	0.05
19/01/2006 02:22:58 p.m.	115.42	121.39	119.36	1.06	0.05
19/01/2006 02:32:58 p.m.	115.07	121.65	119.39	1.08	0.06
19/01/2006 02:42:58 p.m.	115.49	121.72	119.43	0.93	0.05
19/01/2006 02:52:58 p.m.	115.05	121.5	118.83	1.28	0.05
19/01/2006 03:02:58 p.m.	114.79	121.01	118.93	1.46	0.05
19/01/2006 03:12:58 p.m.	114.81	121.07	119.14	1.38	0.05
19/01/2006 03:22:58 p.m.	113.51	121.17	119.18	1.71	0.06
19/01/2006 03:32:58 p.m.	112.3	121.03	118.95	2.14	0.07
19/01/2006 03:42:58 p.m.	112.81	120.89	119.06	2.01	0.07
19/01/2006 03:52:58 p.m.	113.64	120.77	119.34	1.74	0.06
19/01/2006 04:02:58 p.m.	114.45	120.78	119.19	1.55	0.05
19/01/2006 04:12:58 p.m.	115.63	120.82	119.25	1.19	0.04
19/01/2006 04:22:58 p.m.	115.8	121.44	120.29	0.69	0.05
19/01/2006 04:32:58 p.m.	115	121.3	120.26	0.96	0.05
19/01/2006 04:42:58 p.m.	116.34	121.54	119.77	0.65	0.04
19/01/2006 04:52:58 p.m.	116.48	122.21	120.89	0.12	0.05
19/01/2006 05:02:58 p.m.	116.19	122.42	120.41	0.27	0.05
19/01/2006 05:12:58 p.m.	118.08	122.42	120.57	0.30	0.04
19/01/2006 05:22:58 p.m.	113.79	122.2	120.24	1.05	0.07
19/01/2006 05:32:58 p.m.	113.45	122.18	119.89	1.24	0.07
19/01/2006 05:42:58 p.m.	112.61	121.72	119.24	1.79	0.08
19/01/2006 05:52:58 p.m.	112.93	121.55	119.52	1.67	0.07
19/01/2006 06:02:58 p.m.	116.9	121.66	119.81	0.45	0.04
19/01/2006 06:12:58 p.m.	109.7	119.78	117.48	3.62	0.09
19/01/2006 06:22:58 p.m.	110.37	119.58	117.22	3.56	0.08
19/01/2006 06:32:58 p.m.	109.66	119.13	116.46	4.10	0.08
19/01/2006 06:42:58 p.m.	109.43	118.95	115.72	4.42	0.08
19/01/2006 06:52:58 p.m.	109.96	118.88	116.37	4.11	0.08
19/01/2006 07:02:58 p.m.	110.13	119.13	116.79	3.87	0.08
19/01/2006 07:12:58 p.m.	114.18	119	117.21	2.67	0.04
19/01/2006 07:22:58 p.m.	110.63	119.58	117.08	3.53	0.08
19/01/2006 07:32:58 p.m.	115.28	120.14	117.46	1.98	0.04
19/01/2006 07:42:58 p.m.	112.11	120.36	117.68	2.74	0.07
19/01/2006 07:52:58 p.m.	116.14	120.39	117.8	1.58	0.04
19/01/2006 08:02:58 p.m.	112.08	120.66	118.48	2.44	0.07
19/01/2006 08:12:58 p.m.	116.28	120.88	118.7	1.15	0.04
19/01/2006 08:22:58 p.m.	112.97	120.92	118.35	2.16	0.07
19/01/2006 08:32:58 p.m.	116.53	120.98	119.06	0.95	0.04
19/01/2006 08:42:58 p.m.	112.53	121.45	119.53	1.80	0.08
19/01/2006 08:52:58 p.m.	117.71	122.13	119.83	0.09	0.04
19/01/2006 09:02:58 p.m.	114.3	121.23	119.6	1.35	0.06
19/01/2006 09:12:58 p.m.	119.35	122.29	120.73	0.66	0.02
19/01/2006 09:22:58 p.m.	115.33	121.79	120.86	0.56	0.05
19/01/2006 09:32:58 p.m.	119.8	122.9	121.29	1.11	0.03
19/01/2006 09:42:58 p.m.	115.71	122.52	120.78	0.27	0.06
19/01/2006 09:52:58 p.m.	120.05	123.06	121.48	1.28	0.02
19/01/2006 10:02:58 p.m.	116.57	123.4	121.95	0.53	0.06
19/01/2006 10:12:58 p.m.	120.64	123.36	122.17	1.71	0.02

19/01/2006 10:42:58 p.m.	117.81	124.38	123	1.44	0.05
19/01/2006 10:52:58 p.m.	121.78	125.17	124.16	3.09	0.03
19/01/2006 11:02:58 p.m.	118.63	125.52	124.09	2.29	0.06
19/01/2006 11:12:58 p.m.	123.24	126.39	124.48	3.92	0.03
19/01/2006 11:22:58 p.m.	118.5	126.01	124.54	2.51	0.06
19/01/2006 11:32:58 p.m.	118.62	126.3	124.68	2.67	0.06
19/01/2006 11:42:58 p.m.	118.85	126.25	124.82	2.76	0.06
19/01/2006 11:52:58 p.m.	119.03	126.33	124.88	2.84	0.06
20/01/2006 12:02:58 a.m.	119.04	126.08	124.64	2.71	0.06
20/01/2006 12:12:58 a.m.	119.13	126.15	124.52	2.72	0.06
20/01/2006 12:22:58 a.m.	119.42	126.5	125.07	3.05	0.06
20/01/2006 12:32:58 a.m.	119.34	126.36	124.89	2.94	0.06
20/01/2006 12:42:58 a.m.	123.74	126.8	125.44	4.44	0.02
20/01/2006 12:52:58 a.m.	119.66	126.59	125.01	3.13	0.06
20/01/2006 01:02:58 a.m.	123.7	127	125.11	4.39	0.03
20/01/2006 01:12:58 a.m.	118.61	125.68	123.97	2.29	0.06
20/01/2006 01:22:58 a.m.	123.57	125.91	124.76	3.96	0.02
20/01/2006 01:32:58 a.m.	119.27	126.42	125.48	3.10	0.06
20/01/2006 01:42:58 a.m.	118.37	125.36	124.67	2.33	0.06
20/01/2006 01:52:58 a.m.	118.87	125.95	124.87	2.69	0.06
20/01/2006 02:02:58 a.m.	119.7	126.3	125.06	3.07	0.05
20/01/2006 02:12:58 a.m.	120.06	126.78	125.38	3.39	0.05
20/01/2006 02:22:58 a.m.	119.86	126.46	125.33	3.24	0.05
20/01/2006 02:32:58 a.m.	123.83	126.57	125.71	4.47	0.02
20/01/2006 02:42:58 a.m.	119.66	126.08	124.98	2.98	0.05
20/01/2006 02:52:58 a.m.	124.04	126.92	125.75	4.64	0.02
20/01/2006 03:02:58 a.m.	119.67	126.49	125.36	3.20	0.06
20/01/2006 03:12:58 a.m.	122.76	126.13	124.87	3.82	0.03
20/01/2006 03:22:58 a.m.	120.14	127.54	125.64	3.70	0.06
20/01/2006 03:32:58 a.m.	119.88	126.68	125.22	3.27	0.05
20/01/2006 03:42:58 a.m.	120.31	126.85	125.4	3.49	0.05
20/01/2006 03:52:58 a.m.	119.98	126.52	125.19	3.25	0.05
20/01/2006 04:02:58 a.m.	119.84	126.17	125.03	3.07	0.05
20/01/2006 04:12:58 a.m.	119.67	126.24	125.15	3.07	0.05
20/01/2006 04:22:58 a.m.	119.55	126.18	124.91	2.96	0.05
20/01/2006 04:32:58 a.m.	119.72	126.18	124.93	3.01	0.05
20/01/2006 04:42:58 a.m.	123.3	127.06	125.17	4.31	0.03
20/01/2006 04:52:58 a.m.	119.86	127.24	125.84	3.59	0.06
20/01/2006 05:02:58 a.m.	122.66	126.56	125.23	4.01	0.03
20/01/2006 05:12:58 a.m.	119.1	125.82	124.51	2.62	0.05
20/01/2006 05:22:58 a.m.	122.66	126.02	124.29	3.60	0.03
20/01/2006 05:32:58 a.m.	118.69	125.87	123.79	2.32	0.06
20/01/2006 05:42:58 a.m.	119.89	126.81	124.75	3.18	0.06
20/01/2006 05:52:58 a.m.	118.3	124.8	123.57	1.85	0.05
20/01/2006 06:02:58 a.m.	121.29	124.79	122.36	2.34	0.03
20/01/2006 06:12:58 a.m.	117.77	124.8	122.64	1.45	0.06
20/01/2006 06:22:58 a.m.	121.36	124.57	122.14	2.24	0.03
20/01/2006 06:32:58 a.m.	117.95	124.32	122.39	1.29	0.05
20/01/2006 06:42:58 a.m.	119.13	124.91	122.96	1.94	0.05
20/01/2006 06:52:58 a.m.	119.2	124.84	122.8	1.90	0.05
20/01/2006 07:02:58 a.m.	119.01	124.72	122.51	1.73	0.05
20/01/2006 07:12:58 a.m.	122.24	124.33	122.38	2.49	0.02
20/01/2006 07:22:58 a.m.	118.7	123.68	121.64	1.12	0.04
20/01/2006 07:32:58 a.m.	122.06	123.59	121.61	2.02	0.02
20/01/2006 07:42:58 a.m.	118.89	124.25	122.19	1.48	0.04
20/01/2006 07:52:58 a.m.	122.93	124.26	122.4	2.66	0.02
20/01/2006 08:02:58 a.m.	117.61	123.45	121.95	0.84	0.05
20/01/2006 08:12:58 a.m.	115.98	121.93	119.87	0.62	0.05
20/01/2006 08:22:58 a.m.	115.91	122.2	120.35	0.43	0.05
20/01/2006 08:32:58 a.m.	115.32	121.68	120.08	0.81	0.05
20/01/2006 08:42:58 a.m.	115.9	121.85	119.66	0.72	0.05

A.11 Factor de potencia edificio M-90

Time	FP_ØA	FP_ØB	FP_ØC	Time	FP_ØA	FP_ØB	FP_ØC
23/01/2006 11:01:43 a.m.	0.97	0.98	0.98	23/01/2006 09:21:43 p.m.	0.98	0.96	0.98
23/01/2006 11:11:43 a.m.	0.98	0.99	0.99	23/01/2006 09:31:43 p.m.	0.96	0.87	0.99
23/01/2006 11:21:43 a.m.	0.99	0.97	0.99	23/01/2006 09:41:43 p.m.	0.98	0.97	0.98
23/01/2006 11:31:43 a.m.	0.99	0.98	0.99	23/01/2006 09:51:43 p.m.	0.98	0.97	0.99
23/01/2006 11:41:43 a.m.	0.99	0.99	0.99	23/01/2006 10:01:43 p.m.	0.96	0.97	0.99
23/01/2006 11:51:43 a.m.	0.98	0.97	0.99	23/01/2006 10:11:43 p.m.	0.95	0.97	0.99
23/01/2006 12:01:43 p.m.	0.99	0.97	0.99	23/01/2006 10:21:43 p.m.	0.96	0.9	0.98
23/01/2006 12:11:43 p.m.	0.96	0.97	0.98	23/01/2006 10:31:43 p.m.	0.96	0.76	1
23/01/2006 12:21:43 p.m.	0.99	0.98	0.99	23/01/2006 10:41:43 p.m.	0.96	0.76	1
23/01/2006 12:31:43 p.m.	0.96	0.98	0.98	23/01/2006 10:51:43 p.m.	0.96	0.77	0.99
23/01/2006 12:41:43 p.m.	0.99	0.97	1	23/01/2006 11:01:43 p.m.	0.96	0.77	0.98
23/01/2006 12:51:43 p.m.	0.99	0.97	1	23/01/2006 11:11:43 p.m.	0.96	0.77	0.95
23/01/2006 01:01:43 p.m.	0.99	0.97	0.99	23/01/2006 11:21:43 p.m.	0.95	0.76	0.98
23/01/2006 01:11:43 p.m.	0.95	0.97	0.99	23/01/2006 11:31:43 p.m.	0.96	0.76	0.98
23/01/2006 01:21:43 p.m.	0.96	0.97	0.99	23/01/2006 11:41:43 p.m.	0.97	0.83	0.98
23/01/2006 01:31:43 p.m.	0.96	0.96	0.99	23/01/2006 11:51:43 p.m.	0.96	0.76	0.96
23/01/2006 01:41:43 p.m.	0.95	0.96	0.98	24/01/2006 12:01:43 a.m.	0.96	0.76	0.96
23/01/2006 01:51:43 p.m.	0.96	0.96	0.99	24/01/2006 12:11:43 a.m.	0.96	0.76	0.96
23/01/2006 02:01:43 p.m.	0.95	0.89	0.98	24/01/2006 12:21:43 a.m.	0.96	0.77	0.96
23/01/2006 02:11:43 p.m.	0.98	0.89	0.99	24/01/2006 12:31:43 a.m.	0.96	0.76	0.95
23/01/2006 02:21:43 p.m.	0.99	0.95	0.99	24/01/2006 12:41:43 a.m.	0.95	0.76	0.96
23/01/2006 02:31:43 p.m.	0.98	0.99	0.99	24/01/2006 12:51:43 a.m.	0.95	0.75	0.96
23/01/2006 02:41:43 p.m.	0.99	0.96	0.99	24/01/2006 01:01:43 a.m.	0.95	0.76	0.96
23/01/2006 02:51:43 p.m.	0.99	0.98	0.99	24/01/2006 01:11:43 a.m.	0.93	0.76	0.97
23/01/2006 03:01:43 p.m.	0.99	0.98	0.99	24/01/2006 01:21:43 a.m.	0.93	0.76	0.96
23/01/2006 03:11:43 p.m.	0.99	0.98	0.98	24/01/2006 01:31:43 a.m.	0.93	0.76	0.96
23/01/2006 03:21:43 p.m.	0.98	0.99	0.98	24/01/2006 01:41:43 a.m.	0.93	0.76	0.96
23/01/2006 03:31:43 p.m.	0.98	0.98	0.98	24/01/2006 01:51:43 a.m.	0.93	0.75	0.96
23/01/2006 03:41:43 p.m.	0.98	0.98	0.99	24/01/2006 02:01:43 a.m.	0.93	0.75	0.95
23/01/2006 03:51:43 p.m.	0.99	0.99	0.99	24/01/2006 02:11:43 a.m.	0.93	0.76	0.96
23/01/2006 04:01:43 p.m.	0.98	0.98	0.99	24/01/2006 02:21:43 a.m.	0.93	0.75	0.96
23/01/2006 04:11:43 p.m.	0.98	0.97	0.99	24/01/2006 02:31:43 a.m.	0.93	0.75	0.96
23/01/2006 04:21:43 p.m.	0.98	0.99	0.99	24/01/2006 02:41:43 a.m.	0.93	0.76	0.97
23/01/2006 04:31:43 p.m.	0.99	0.98	0.99	24/01/2006 02:51:43 a.m.	0.93	0.76	0.96
23/01/2006 04:41:43 p.m.	0.98	0.97	0.99	24/01/2006 03:01:43 a.m.	0.93	0.76	0.96
23/01/2006 04:51:43 p.m.	0.98	0.97	0.99	24/01/2006 03:11:43 a.m.	0.93	0.76	0.96
23/01/2006 05:01:43 p.m.	0.98	0.98	0.99	24/01/2006 03:21:43 a.m.	0.93	0.78	0.96
23/01/2006 05:11:43 p.m.	0.98	0.99	0.99	24/01/2006 03:31:43 a.m.	0.93	0.76	0.95
23/01/2006 05:21:43 p.m.	0.99	0.98	0.99	24/01/2006 03:41:43 a.m.	0.93	0.76	0.96
23/01/2006 05:31:43 p.m.	0.98	0.98	0.99	24/01/2006 03:51:43 a.m.	0.93	0.75	0.96
23/01/2006 05:41:43 p.m.	0.98	0.97	0.99	24/01/2006 04:01:43 a.m.	0.93	0.76	0.96
23/01/2006 05:51:43 p.m.	0.98	0.98	0.99	24/01/2006 04:11:43 a.m.	0.93	0.77	0.97
23/01/2006 06:01:43 p.m.	0.98	0.99	0.99	24/01/2006 04:21:43 a.m.	0.93	0.76	0.96
23/01/2006 06:11:43 p.m.	0.98	0.98	0.99	24/01/2006 04:31:43 a.m.	0.93	0.76	0.96
23/01/2006 06:21:43 p.m.	0.98	0.98	0.99	24/01/2006 04:41:43 a.m.	0.93	0.75	0.96
23/01/2006 06:31:43 p.m.	0.98	0.97	0.99	24/01/2006 04:51:43 a.m.	0.93	0.75	1
23/01/2006 06:41:43 p.m.	0.98	0.99	0.99	24/01/2006 05:01:43 a.m.	0.93	0.76	0.99
23/01/2006 06:51:43 p.m.	0.98	0.98	0.99	24/01/2006 05:11:43 a.m.	0.93	0.76	0.99
23/01/2006 07:01:43 p.m.	0.98	0.98	0.99	24/01/2006 05:21:43 a.m.	0.93	0.76	0.99
23/01/2006 07:11:43 p.m.	0.98	0.98	0.99	24/01/2006 05:31:43 a.m.	0.95	0.76	0.99
23/01/2006 07:21:43 p.m.	0.98	0.98	0.99	24/01/2006 05:41:43 a.m.	0.95	0.76	0.98
23/01/2006 07:31:43 p.m.	0.98	0.98	0.99	24/01/2006 05:51:43 a.m.	0.95	0.76	0.99
23/01/2006 07:41:43 p.m.	0.98	0.98	0.99	24/01/2006 06:01:43 a.m.	0.95	0.76	0.99
23/01/2006 07:51:43 p.m.	0.99	0.98	0.99	24/01/2006 06:11:43 a.m.	0.96	0.78	0.99
23/01/2006 08:01:43 p.m.	0.98	0.97	0.99	24/01/2006 06:21:43 a.m.	0.96	0.78	0.99
23/01/2006 08:11:43 p.m.	0.99	0.99	0.99	24/01/2006 06:31:43 a.m.	0.96	0.77	1
23/01/2006 08:21:43 p.m.	0.98	0.98	0.99	24/01/2006 06:41:43 a.m.	0.96	0.78	0.99
23/01/2006 08:31:43 p.m.	0.98	0.98	0.99	24/01/2006 06:51:43 a.m.	0.96	0.77	0.99
23/01/2006 08:41:43 p.m.	0.97	0.97	0.99	24/01/2006 07:01:43 a.m.	0.96	0.78	0.99
23/01/2006 08:51:43 p.m.	0.98	0.98	0.99	24/01/2006 07:11:43 a.m.	0.96	0.78	0.99

A.12 Factor de potencia edificio M-D

Time	FPØA	FPØB	FPØC	FP3Ø	Time	FPØA	FPØB	FPØC	FP3Ø
19/01/2006 12:02:58 p.m.	0.98	0.97	0.98	1.00	19/01/2006 10:32:58 p.m.	0.66	0.75	0.78	0.78
19/01/2006 12:12:58 p.m.	0.98	0.97	0.98	1.00	19/01/2006 10:42:58 p.m.	0.67	0.71	0.78	0.76
19/01/2006 12:22:58 p.m.	0.98	0.98	0.98	1.00	19/01/2006 10:52:58 p.m.	0.66	0.70	0.78	0.75
19/01/2006 12:32:58 p.m.	0.98	0.97	0.98	1.00	19/01/2006 11:02:58 p.m.	0.74	0.78	0.78	0.80
19/01/2006 12:42:58 p.m.	0.98	0.97	0.98	1.00	19/01/2006 11:12:58 p.m.	0.73	0.78	0.78	0.80
19/01/2006 01:02:58 p.m.	0.98	0.97	0.97	1.00	19/01/2006 11:22:58 p.m.	0.66	0.90	0.77	0.86
19/01/2006 01:12:58 p.m.	0.98	0.98	0.98	1.00	19/01/2006 11:32:58 p.m.	0.72	0.75	0.77	0.78
19/01/2006 01:22:58 p.m.	0.98	0.97	0.97	1.00	19/01/2006 11:42:58 p.m.	0.76	0.72	0.78	0.77
19/01/2006 01:32:58 p.m.	0.98	0.98	0.98	1.00	19/01/2006 11:52:58 p.m.	0.73	0.75	0.78	0.79
19/01/2006 01:42:58 p.m.	0.98	0.97	0.98	1.00	20/01/2006 12:02:58 a.m.	0.73	0.74	0.78	0.79
19/01/2006 01:52:58 p.m.	0.98	0.97	0.98	1.00	20/01/2006 12:12:58 a.m.	0.62	0.71	0.78	0.75
19/01/2006 02:02:58 p.m.	0.98	0.97	0.98	1.00	20/01/2006 12:22:58 a.m.	0.64	0.71	0.77	0.75
19/01/2006 02:12:58 p.m.	0.98	0.97	0.98	1.00	20/01/2006 12:32:58 a.m.	0.62	0.73	0.78	0.77
19/01/2006 02:22:58 p.m.	0.98	0.97	0.98	1.00	20/01/2006 12:42:58 a.m.	0.79	0.74	0.78	0.79
19/01/2006 02:32:58 p.m.	0.98	0.97	0.98	1.00	20/01/2006 12:52:58 a.m.	0.68	0.75	0.79	0.79
19/01/2006 02:42:58 p.m.	0.98	0.97	0.98	1.00	20/01/2006 01:02:58 a.m.	0.67	0.72	0.78	0.77
19/01/2006 02:52:58 p.m.	0.98	0.92	0.99	0.99	20/01/2006 01:12:58 a.m.	0.68	0.71	0.77	0.76
19/01/2006 03:02:58 p.m.	0.98	0.97	0.98	1.00	20/01/2006 01:22:58 a.m.	0.73	0.75	0.78	0.79
19/01/2006 03:12:58 p.m.	0.98	0.98	0.98	1.00	20/01/2006 01:32:58 a.m.	0.73	0.74	0.78	0.79
19/01/2006 03:22:58 p.m.	0.98	0.98	0.98	1.00	20/01/2006 01:42:58 a.m.	0.79	0.75	0.78	0.79
19/01/2006 03:32:58 p.m.	0.98	0.98	0.98	1.00	20/01/2006 01:52:58 a.m.	0.68	0.71	0.78	0.76
19/01/2006 03:42:58 p.m.	0.98	0.98	0.98	1.00	20/01/2006 02:02:58 a.m.	0.64	0.71	0.78	0.75
19/01/2006 03:52:58 p.m.	0.98	0.98	0.98	1.00	20/01/2006 02:12:58 a.m.	0.66	0.73	0.78	0.77
19/01/2006 04:02:58 p.m.	0.98	0.98	0.98	1.00	20/01/2006 02:22:58 a.m.	0.68	0.73	0.78	0.77
19/01/2006 04:12:58 p.m.	0.98	0.98	0.98	1.00	20/01/2006 02:32:58 a.m.	0.65	0.72	0.77	0.76
19/01/2006 04:22:58 p.m.	0.98	0.98	0.98	1.00	20/01/2006 02:42:58 a.m.	0.78	0.71	0.78	0.77
19/01/2006 04:32:58 p.m.	0.98	0.98	0.98	1.00	20/01/2006 02:52:58 a.m.	0.76	0.74	0.78	0.79
19/01/2006 04:42:58 p.m.	0.98	0.98	0.98	1.00	20/01/2006 03:02:58 a.m.	0.73	0.73	0.77	0.78
19/01/2006 04:52:58 p.m.	0.98	0.98	0.98	1.00	20/01/2006 03:12:58 a.m.	0.82	0.74	0.78	0.79
19/01/2006 05:02:58 p.m.	0.98	0.98	0.98	1.00	20/01/2006 03:22:58 a.m.	0.68	0.72	0.78	0.77
19/01/2006 05:12:58 p.m.	0.98	0.98	0.98	1.00	20/01/2006 03:32:58 a.m.	0.68	0.71	0.81	0.78
19/01/2006 05:22:58 p.m.	0.97	0.98	0.98	1.00	20/01/2006 03:42:58 a.m.	0.72	0.74	0.78	0.78
19/01/2006 05:32:58 p.m.	0.97	0.98	0.98	1.00	20/01/2006 03:52:58 a.m.	0.68	0.74	0.78	0.77
19/01/2006 05:42:58 p.m.	0.97	0.99	0.98	1.00	20/01/2006 04:02:58 a.m.	0.70	0.73	0.78	0.77
19/01/2006 05:52:58 p.m.	0.99	0.99	0.97	1.00	20/01/2006 04:12:58 a.m.	0.62	0.70	0.78	0.75
19/01/2006 06:02:58 p.m.	0.99	0.99	0.97	1.00	20/01/2006 04:22:58 a.m.	0.71	0.71	0.78	0.76
19/01/2006 06:12:58 p.m.	0.99	0.96	0.96	0.98	20/01/2006 04:32:58 a.m.	0.76	0.74	0.85	0.83
19/01/2006 06:22:58 p.m.	0.99	0.96	0.97	0.98	20/01/2006 04:42:58 a.m.	0.71	0.74	0.85	0.83
19/01/2006 06:32:58 p.m.	0.98	0.96	0.97	0.98	20/01/2006 04:52:58 a.m.	0.61	0.61	0.78	0.67
19/01/2006 06:42:58 p.m.	0.98	0.97	0.97	0.98	20/01/2006 05:02:58 a.m.	0.80	0.70	0.85	0.79
19/01/2006 06:52:58 p.m.	0.98	0.96	0.97	0.98	20/01/2006 05:12:58 a.m.	0.76	0.78	0.86	0.93
19/01/2006 07:02:58 p.m.	0.97	0.97	0.96	0.98	20/01/2006 05:22:58 a.m.	0.71	0.78	0.85	0.92
19/01/2006 07:12:58 p.m.	0.97	0.95	0.96	0.97	20/01/2006 05:32:58 a.m.	0.73	0.78	0.85	0.93
19/01/2006 07:22:58 p.m.	0.98	0.94	0.96	0.97	20/01/2006 05:42:58 a.m.	0.59	0.72	0.85	0.72
19/01/2006 07:32:58 p.m.	0.97	0.95	0.96	0.97	20/01/2006 05:52:58 a.m.	0.80	0.68	0.86	0.74
19/01/2006 07:42:58 p.m.	0.98	0.95	0.96	0.97	20/01/2006 06:02:58 a.m.	0.69	0.76	0.85	0.80
19/01/2006 07:52:58 p.m.	0.97	0.95	0.96	0.97	20/01/2006 06:12:58 a.m.	0.73	0.90	0.85	0.97
19/01/2006 08:02:58 p.m.	0.98	0.94	0.95	0.97	20/01/2006 06:22:58 a.m.	0.72	0.90	0.85	0.96
19/01/2006 08:12:58 p.m.	0.96	0.95	0.93	0.96	20/01/2006 06:32:58 a.m.	0.68	0.84	0.85	0.84
19/01/2006 08:22:58 p.m.	0.97	0.95	0.93	0.96	20/01/2006 06:42:58 a.m.	0.65	0.81	0.99	0.82
19/01/2006 08:32:58 p.m.	0.93	0.95	0.86	0.94	20/01/2006 06:52:58 a.m.	0.73	0.93	0.99	0.97
19/01/2006 08:42:58 p.m.	0.94	0.95	0.85	0.94	20/01/2006 07:02:58 a.m.	0.73	0.87	0.96	0.96
19/01/2006 08:52:58 p.m.	0.73	0.73	0.75	0.75	20/01/2006 07:12:58 a.m.	0.70	0.79	0.95	0.81
19/01/2006 09:02:58 p.m.	0.77	0.80	0.81	0.82	20/01/2006 07:22:58 a.m.	0.75	0.75	0.99	0.79
19/01/2006 09:12:58 p.m.	0.66	0.78	0.80	0.80	20/01/2006 07:32:58 a.m.	0.83	0.80	0.96	0.94
19/01/2006 09:22:58 p.m.	0.66	0.76	0.81	0.79	20/01/2006 07:42:58 a.m.	0.98	0.98	0.99	1.00
19/01/2006 09:32:58 p.m.	0.78	0.81	0.80	0.83	20/01/2006 07:52:58 a.m.	0.98	0.84	0.98	0.98
19/01/2006 09:42:58 p.m.	0.84	0.78	0.81	0.82	20/01/2006 08:02:58 a.m.	0.98	0.98	0.95	1.00
19/01/2006 09:52:58 p.m.	0.84	0.77	0.80	0.81	20/01/2006 08:12:58 a.m.	0.98	0.98	0.98	1.00
19/01/2006 10:02:58 p.m.	0.71	0.74	0.80	0.78	20/01/2006 08:22:58 a.m.	0.98	0.98	0.98	1.00
19/01/2006 10:12:58 p.m.	0.72	0.74	0.80	0.78	20/01/2006 08:32:58 a.m.	0.98	0.98	0.98	1.00
19/01/2006 10:22:58 p.m.	0.73	0.73	0.79	0.78	20/01/2006 08:42:58 a.m.	0.99	0.98	0.98	1.00
19/01/2006 10:32:58 p.m.	0.72	0.80	0.80	0.81	20/01/2006 08:52:58 a.m.	0.98	0.98	0.97	1.00
19/01/2006 10:42:58 p.m.	0.76	0.79	0.79	0.81	20/01/2006 09:02:58 a.m.	0.99	0.98	0.98	1.00
					20/01/2006 09:12:58 a.m.	0.98	0.99	0.98	1.00

A.13 Potencia activa edificio M-90

Time	ØA (W)	ØB (W)	ØC (W)	3Ø (W)	Time	ØA (W)	ØB (W)	ØC (W)	3Ø (W)
23/01/2006 11:01:43 a.m.	2253.38	1689.87	725.85	4669.09	23/01/2006 09:21:43 p.m.	5651.60	2725.31	1456.49	9833.40
23/01/2006 11:11:43 a.m.	2240.52	2348.37	738.25	5327.13	23/01/2006 09:31:43 p.m.	2894.84	1213.90	1357.78	5466.53
23/01/2006 11:21:43 a.m.	2986.29	1430.10	860.95	5277.34	23/01/2006 09:41:43 p.m.	4263.34	471.95	823.24	5558.52
23/01/2006 11:31:43 a.m.	3546.85	1647.94	872.33	6067.12	23/01/2006 09:51:43 p.m.	4881.11	476.69	745.71	6103.52
23/01/2006 11:41:43 a.m.	2758.45	2770.29	565.63	6094.37	23/01/2006 10:01:43 p.m.	3073.65	483.59	763.33	4320.58
23/01/2006 11:51:43 a.m.	1378.19	1313.61	568.13	3259.93	23/01/2006 10:11:43 p.m.	2499.81	488.79	756.28	3744.88
23/01/2006 12:01:43 p.m.	1604.57	1301.65	594.21	3500.42	23/01/2006 10:21:43 p.m.	464.40	188.40	762.32	1415.12
23/01/2006 12:11:43 p.m.	928.05	909.06	582.32	2419.42	23/01/2006 10:31:43 p.m.	878.22	94.65	1719.47	2692.33
23/01/2006 12:21:43 p.m.	2304.14	1548.95	591.68	4444.77	23/01/2006 10:41:43 p.m.	892.65	99.20	774.55	1766.39
23/01/2006 12:31:43 p.m.	922.66	1558.13	579.62	3060.41	23/01/2006 10:51:43 p.m.	882.40	96.57	718.83	1697.80
23/01/2006 12:41:43 p.m.	1570.70	937.33	1266.91	3774.93	23/01/2006 11:01:43 p.m.	889.32	98.43	726.59	1714.34
23/01/2006 12:51:43 p.m.	2484.47	939.98	1628.57	5053.02	23/01/2006 11:11:43 p.m.	897.75	99.16	727.68	1724.59
23/01/2006 01:01:43 p.m.	1531.25	939.11	919.51	3389.87	23/01/2006 11:21:43 p.m.	894.30	96.70	1041.48	2032.48
23/01/2006 01:11:43 p.m.	820.17	926.72	939.56	2686.45	23/01/2006 11:31:43 p.m.	906.92	100.40	1064.28	2071.60
23/01/2006 01:21:43 p.m.	761.77	931.28	917.54	2610.59	23/01/2006 11:41:43 p.m.	1162.21	687.74	1016.39	2866.34
23/01/2006 01:31:43 p.m.	751.35	753.59	951.80	2456.74	23/01/2006 11:51:43 p.m.	902.22	100.82	1054.96	2058.00
23/01/2006 01:41:43 p.m.	986.61	758.56	947.45	2692.63	24/01/2006 12:01:43 a.m.	900.15	98.87	1025.07	2024.09
23/01/2006 01:51:43 p.m.	740.92	754.94	1097.33	2593.19	24/01/2006 12:11:43 a.m.	900.28	101.72	969.01	1971.01
23/01/2006 02:01:43 p.m.	1907.64	1565.50	2996.54	6469.69	24/01/2006 12:21:43 a.m.	894.14	105.26	1008.35	2007.75
23/01/2006 02:11:43 p.m.	3944.53	1659.40	3084.98	8688.90	24/01/2006 12:31:43 a.m.	904.75	101.86	980.77	1987.38
23/01/2006 02:21:43 p.m.	7201.28	2495.88	3241.64	12938.79	24/01/2006 12:41:43 a.m.	901.02	106.51	1012.18	2019.71
23/01/2006 02:31:43 p.m.	4022.12	5493.81	3078.50	12594.43	24/01/2006 12:51:43 a.m.	909.37	101.95	981.75	1993.07
23/01/2006 02:41:43 p.m.	6477.19	3417.78	4949.48	14844.46	24/01/2006 01:01:43 a.m.	907.31	103.06	1047.28	2057.65
23/01/2006 02:51:43 p.m.	6685.33	4888.83	5647.10	17221.26	24/01/2006 01:11:43 a.m.	168.46	102.77	173.30	444.53
23/01/2006 03:01:43 p.m.	5298.43	4882.18	5299.40	15480.01	24/01/2006 01:21:43 a.m.	171.59	104.66	177.40	453.65
23/01/2006 03:11:43 p.m.	5521.25	5207.67	4425.20	15154.12	24/01/2006 01:31:43 a.m.	170.79	103.60	173.86	448.25
23/01/2006 03:21:43 p.m.	4747.96	7045.85	4504.36	16298.18	24/01/2006 01:41:43 a.m.	169.09	103.71	174.84	447.64
23/01/2006 03:31:43 p.m.	4756.51	5689.81	4673.10	15119.42	24/01/2006 01:51:43 a.m.	172.95	105.53	176.91	455.39
23/01/2006 03:41:43 p.m.	4898.63	5457.94	5616.39	15972.96	24/01/2006 02:01:43 a.m.	169.17	104.76	173.14	447.07
23/01/2006 03:51:43 p.m.	5427.12	6074.68	5604.67	17106.46	24/01/2006 02:11:43 a.m.	170.59	106.57	173.39	450.55
23/01/2006 04:01:43 p.m.	4874.61	5303.69	4540.03	14718.32	24/01/2006 02:21:43 a.m.	170.46	105.02	177.37	452.85
23/01/2006 04:11:43 p.m.	5748.16	6361.65	5131.27	17241.08	24/01/2006 02:31:43 a.m.	168.72	102.66	172.28	443.66
23/01/2006 04:21:43 p.m.	6555.66	8657.48	6139.37	21352.51	24/01/2006 02:41:43 a.m.	170.57	104.92	174.90	450.39
23/01/2006 04:31:43 p.m.	7792.81	6971.69	6920.92	21685.42	24/01/2006 02:51:43 a.m.	172.40	106.49	177.40	456.29
23/01/2006 04:41:43 p.m.	5927.22	6183.87	6252.21	18363.29	24/01/2006 03:01:43 a.m.	168.65	104.83	173.42	446.90
23/01/2006 04:51:43 p.m.	7199.09	5784.67	7043.12	20026.88	24/01/2006 03:11:43 a.m.	171.03	104.17	170.49	445.69
23/01/2006 05:01:43 p.m.	6937.21	6807.39	8991.92	22736.52	24/01/2006 03:21:43 a.m.	171.29	149.63	177.33	498.25
23/01/2006 05:11:43 p.m.	6722.33	8467.04	10411.90	25601.27	24/01/2006 03:31:43 a.m.	168.15	101.97	171.95	442.07
23/01/2006 05:21:43 p.m.	8625.57	7034.70	11390.91	27051.18	24/01/2006 03:41:43 a.m.	168.44	104.67	175.02	448.13
23/01/2006 05:31:43 p.m.	8400.96	7532.25	11952.33	27885.54	24/01/2006 03:51:43 a.m.	171.24	105.63	172.69	449.56
23/01/2006 05:41:43 p.m.	7886.76	5588.11	9951.71	23426.58	24/01/2006 04:01:43 a.m.	169.13	103.59	173.47	446.19
23/01/2006 05:51:43 p.m.	7873.25	6806.04	10698.15	25377.44	24/01/2006 04:11:43 a.m.	163.07	93.28	161.13	417.48
23/01/2006 06:01:43 p.m.	8538.50	8017.02	10582.50	27138.02	24/01/2006 04:21:43 a.m.	169.07	101.79	174.05	444.91
23/01/2006 06:11:43 p.m.	8642.82	6287.96	10495.80	25426.58	24/01/2006 04:31:43 a.m.	169.91	103.12	173.38	446.41
23/01/2006 06:21:43 p.m.	8478.19	7174.45	11906.24	27558.88	24/01/2006 04:41:43 a.m.	170.11	100.95	1080.76	1351.82
23/01/2006 06:31:43 p.m.	9522.62	5999.97	13076.93	28599.52	24/01/2006 04:51:43 a.m.	169.57	102.49	1064.90	1336.96
23/01/2006 06:41:43 p.m.	8618.71	7532.86	12259.65	28411.21	24/01/2006 05:01:43 a.m.	166.78	107.37	1076.14	1350.29
23/01/2006 06:51:43 p.m.	8418.21	6069.99	12916.29	27404.49	24/01/2006 05:11:43 a.m.	168.21	102.91	1038.57	1309.69
23/01/2006 07:01:43 p.m.	8459.45	6685.17	12085.83	27230.45	24/01/2006 05:21:43 a.m.	165.04	103.51	175.91	444.46
23/01/2006 07:11:43 p.m.	8457.29	5870.21	11988.25	26315.75	24/01/2006 05:31:43 a.m.	593.39	103.76	175.20	872.35
23/01/2006 07:21:43 p.m.	9236.02	6044.00	12145.13	27425.15	24/01/2006 05:41:43 a.m.	594.55	102.46	177.46	874.47
23/01/2006 07:31:43 p.m.	10358.82	6472.64	11031.32	27862.78	24/01/2006 05:51:43 a.m.	579.64	92.61	174.91	847.16
23/01/2006 07:41:43 p.m.	9765.55	6104.80	11694.62	27564.97	24/01/2006 06:01:43 a.m.	579.27	100.59	175.75	855.61
23/01/2006 07:51:43 p.m.	10592.17	7123.77	11996.54	29712.48	24/01/2006 06:11:43 a.m.	872.78	100.67	172.57	1146.02
23/01/2006 08:01:43 p.m.	8555.22	5774.18	11103.61	25433.00	24/01/2006 06:21:43 a.m.	878.16	101.83	904.35	1884.34
23/01/2006 08:11:43 p.m.	10666.19	7735.93	11363.63	29765.74	24/01/2006 06:31:43 a.m.	898.34	99.67	1103.06	2101.07
23/01/2006 08:21:43 p.m.	8004.08	6434.08	11620.27	26058.42	24/01/2006 06:41:43 a.m.	885.73	98.35	1001.22	1985.30
23/01/2006 08:31:43 p.m.	8893.79	6305.44	10556.60	25755.83	24/01/2006 06:51:43 a.m.	889.27	98.61	1018.71	2006.59
23/01/2006 08:41:43 p.m.	7400.36	5640.69	11112.50	24153.54	24/01/2006 07:01:43 a.m.	880.95	99.55	1021.42	2001.92
23/01/2006 08:51:43 p.m.	8502.49	5870.06	11206.88	25579.43	24/01/2006 07:11:43 a.m.	881.57	97.83	1003.07	1982.47
23/01/2006 09:01:43 p.m.	5974.32	5228.40	4777.08	15979.80	24/01/2006 07:21:43 a.m.	872.59	284.57	1006.72	2163.88
23/01/2006 09:11:43 p.m.	4898.29	3662.45	2994.16	11554.89	24/01/2006 07:31:43 a.m.	873.52	286.68	1026.93	2187.13

A.14 Potencia activa edificio M-D

Time	ØA (W)	ØB (W)	ØC (W)	3Ø (W)	Time	ØA (W)	ØB (W)	ØC (W)	3Ø (W)
19/01/2006 12:02:58 p.m.	2,663.59	4,478.21	4,892.01	12,033.80	19/01/2006 10:32:58 p.m.	164.95	1162.04	1143.73	2470.72
19/01/2006 12:12:58 p.m.	2834.95	4,550.44	4,836.57	12,221.96	19/01/2006 10:42:58 p.m.	171.37	1188.60	1163.42	2523.38
19/01/2006 12:22:58 p.m.	3132.83	4,415.25	3,614.38	11,162.46	19/01/2006 10:52:58 p.m.	147.99	1508.12	1176.60	2832.71
19/01/2006 12:32:58 p.m.	2036.21	4,273.15	3,637.15	9,946.51	19/01/2006 11:02:58 p.m.	144.70	1374.76	1174.36	2693.83
19/01/2006 12:42:58 p.m.	1901.58	3,900.59	3,642.50	9,444.67	19/01/2006 11:12:58 p.m.	158.33	1379.31	1183.71	2721.34
19/01/2006 12:52:58 p.m.	2034.61	4,070.79	3,402.50	9,507.90	19/01/2006 11:22:58 p.m.	149.87	1225.78	1189.58	2565.23
19/01/2006 01:02:58 p.m.	1960.93	4,882.29	4,031.42	10,874.64	19/01/2006 11:32:58 p.m.	148.33	1229.04	1192.06	2569.43
19/01/2006 01:12:58 p.m.	1172.93	4,324.38	4,081.56	9,578.87	19/01/2006 11:42:58 p.m.	166.77	2312.78	1181.86	3661.42
19/01/2006 01:22:58 p.m.	1178.17	4,501.54	3,433.03	9,112.74	19/01/2006 11:52:58 p.m.	152.98	1337.04	1192.71	2682.73
19/01/2006 01:32:58 p.m.	1401.01	4,474.20	3,454.51	9,329.72	20/01/2006 12:02:58 a.m.	281.18	1217.61	1194.81	2693.59
19/01/2006 01:42:58 p.m.	2247.27	3,576.80	4,206.90	10,030.97	19/01/2006 12:12:58 a.m.	150.82	1111.56	1196.88	2459.27
19/01/2006 01:52:58 p.m.	2312.71	3,780.14	4,144.85	10,237.70	20/01/2006 12:22:58 a.m.	155.70	1124.31	1207.33	2487.35
19/01/2006 02:02:58 p.m.	1557.33	3,727.89	4,146.14	9,431.36	20/01/2006 12:32:58 a.m.	135.90	1426.31	1195.90	2758.11
19/01/2006 02:12:58 p.m.	1490.07	3,998.30	4,860.55	10,348.92	20/01/2006 12:42:58 a.m.	152.86	1420.17	1206.52	2779.55
19/01/2006 02:22:58 p.m.	1473.84	3,964.79	4,387.79	9,826.42	20/01/2006 12:52:58 a.m.	141.76	1281.68	1203.35	2630.79
19/01/2006 02:32:58 p.m.	1441.18	3,853.52	5,389.51	10,684.21	20/01/2006 01:02:58 a.m.	323.72	1142.13	1211.11	2676.96
19/01/2006 02:42:58 p.m.	2384.71	3,737.16	5,486.48	11,608.35	20/01/2006 01:12:58 a.m.	142.92	1101.74	1183.52	2428.19
19/01/2006 02:52:58 p.m.	2984.47	5,019.97	7,564.87	15,569.31	20/01/2006 01:22:58 a.m.	154.55	1215.63	1196.76	2566.93
19/01/2006 03:02:58 p.m.	3701.06	3,669.52	5,414.50	12,785.08	20/01/2006 01:32:58 a.m.	138.73	1219.65	1212.42	2570.80
19/01/2006 03:12:58 p.m.	5778.71	5,204.51	5,933.65	16,916.87	20/01/2006 01:42:58 a.m.	143.81	1095.31	1196.24	2435.37
19/01/2006 03:22:58 p.m.	5790.03	5,756.37	5,953.16	17,499.56	20/01/2006 01:52:58 a.m.	145.47	1108.38	1200.31	2454.16
19/01/2006 03:32:58 p.m.	5673.28	5,920.41	6,065.93	17,659.62	20/01/2006 02:02:58 a.m.	318.77	1120.01	1211.92	2650.70
19/01/2006 03:42:58 p.m.	5735.53	6,098.56	6,095.74	17,929.83	20/01/2006 02:12:58 a.m.	145.94	1227.88	1214.31	2588.13
19/01/2006 03:52:58 p.m.	5964.83	6,251.55	6,364.36	18,580.74	20/01/2006 02:22:58 a.m.	138.03	1408.65	1210.13	2756.80
19/01/2006 04:02:58 p.m.	5077.53	5,704.25	6,440.20	17,221.98	20/01/2006 02:32:58 a.m.	153.24	1292.12	1224.20	2669.57
19/01/2006 04:12:58 p.m.	5126.48	5,519.94	5,719.28	16,365.70	20/01/2006 02:42:58 a.m.	146.36	1261.38	1203.72	2611.46
19/01/2006 04:22:58 p.m.	5017.13	5,689.08	6,321.04	17,027.25	20/01/2006 02:52:58 a.m.	156.82	1250.25	1223.75	2630.82
19/01/2006 04:32:58 p.m.	5029.80	5,483.24	5,897.67	16,410.71	20/01/2006 03:02:58 a.m.	318.65	1228.54	1215.50	2762.69
19/01/2006 04:42:58 p.m.	6298.09	5,694.08	5,652.63	17,644.80	20/01/2006 03:12:58 a.m.	170.50	1112.66	1207.18	2490.35
19/01/2006 04:52:58 p.m.	5826.24	6,128.90	5,787.07	17,742.21	20/01/2006 03:22:58 a.m.	150.75	1140.28	1222.63	2513.66
19/01/2006 05:02:58 p.m.	6392.45	6,168.96	5,816.08	18,377.49	20/01/2006 03:32:58 a.m.	165.43	1120.84	1221.80	2508.07
19/01/2006 05:12:58 p.m.	6,498.33	6,197.14	5,778.94	18,474.41	20/01/2006 03:42:58 a.m.	147.36	1280.98	1218.50	2646.84
19/01/2006 05:22:58 p.m.	5,405.48	5,977.35	5,091.66	16,474.48	20/01/2006 03:52:58 a.m.	145.67	1224.95	1299.38	2670.00
19/01/2006 05:32:58 p.m.	5,363.18	6,250.57	6,198.30	17,812.05	20/01/2006 04:02:58 a.m.	152.82	1108.05	1211.72	2472.60
19/01/2006 05:42:58 p.m.	5,349.16	6,896.76	6,303.08	18,549.00	20/01/2006 04:12:58 a.m.	150.43	1306.76	1213.56	2670.75
19/01/2006 05:52:58 p.m.	4,338.68	7,605.16	7,126.35	19,070.19	20/01/2006 04:22:58 a.m.	155.56	1282.53	1209.64	2647.74
19/01/2006 06:02:58 p.m.	4,434.30	7,516.14	7,582.80	19,533.23	20/01/2006 04:32:58 a.m.	141.25	1378.95	1203.39	2723.59
19/01/2006 06:12:58 p.m.	5,501.83	8,531.46	7,998.33	22,031.62	20/01/2006 04:42:58 a.m.	160.56	1236.88	1209.93	2607.37
19/01/2006 06:22:58 p.m.	5,675.58	8,510.41	8,210.62	22,396.62	20/01/2006 04:52:58 a.m.	152.37	1147.68	1655.31	2955.35
19/01/2006 06:32:58 p.m.	4,769.19	8,408.44	8,042.01	21,219.64	20/01/2006 05:02:58 a.m.	149.25	1120.75	1636.36	2906.37
19/01/2006 06:42:58 p.m.	4,796.53	9,451.04	7,967.76	22,215.33	20/01/2006 05:12:58 a.m.	250.58	2252.81	1177.76	3681.16
19/01/2006 06:52:58 p.m.	4,957.23	8,917.01	7,908.78	21,783.01	20/01/2006 05:22:58 a.m.	138.00	283.53	0.00	421.53
19/01/2006 07:02:58 p.m.	4,904.39	9,930.76	7,027.12	21,862.27	20/01/2006 05:32:58 a.m.	119.19	172.26	0.00	291.45
19/01/2006 07:12:58 p.m.	5,130.61	8,436.10	7,080.51	20,647.23	20/01/2006 05:42:58 a.m.	106.46	173.06	0.00	279.52
19/01/2006 07:22:58 p.m.	4,851.79	7,639.95	7,081.91	19,573.64	20/01/2006 05:52:58 a.m.	105.92	170.61	0.00	276.54
19/01/2006 07:32:58 p.m.	5,208.33	7,592.17	7,114.47	19,914.97	20/01/2006 06:02:58 a.m.	101.45	477.28	0.00	578.73
19/01/2006 07:42:58 p.m.	4,975.11	7,550.13	7,176.89	19,702.12	20/01/2006 06:12:58 a.m.	259.42	440.57	0.00	699.98
19/01/2006 07:52:58 p.m.	5,360.48	8,133.93	6,989.30	20,483.71	20/01/2006 06:22:58 a.m.	108.57	323.48	0.00	432.05
19/01/2006 08:02:58 p.m.	4,865.75	7,224.08	6,279.25	18,369.09	20/01/2006 06:32:58 a.m.	105.82	270.36	0.00	376.18
19/01/2006 08:12:58 p.m.	5,092.17	7,230.63	5,384.99	17,707.79	20/01/2006 06:42:58 a.m.	114.40	271.36	0.00	385.76
19/01/2006 08:22:58 p.m.	4,851.89	7,127.13	5,038.79	17,017.81	20/01/2006 06:52:58 a.m.	113.78	394.14	0.00	507.92
19/01/2006 08:32:58 p.m.	4,212.90	7,110.04	3,418.67	14,741.60	20/01/2006 07:02:58 a.m.	102.54	381.70	0.00	484.24
19/01/2006 08:42:58 p.m.	3,910.81	6,727.09	3,311.97	13,949.87	20/01/2006 07:12:58 a.m.	120.93	325.86	0.00	446.79
19/01/2006 08:52:58 p.m.	2,226.61	2,954.90	2,203.65	7,385.16	20/01/2006 07:22:58 a.m.	112.19	232.40	0.00	344.59
19/01/2006 09:02:58 p.m.	149.23	1,688.53	1,069.01	2,906.78	20/01/2006 07:32:58 a.m.	120.22	335.75	0.00	455.98
19/01/2006 09:12:58 p.m.	151.12	1,479.19	1,097.20	2,727.51	20/01/2006 07:42:58 a.m.	123.39	378.65	0.00	502.05
19/01/2006 09:22:58 p.m.	131.54	1,385.42	1,108.06	2,625.02	20/01/2006 07:52:58 a.m.	180.65	452.66	395.08	1028.39
19/01/2006 09:32:58 p.m.	171.39	1,166.16	1,121.70	2,459.25	20/01/2006 08:02:58 a.m.	1087.12	1956.04	1356.55	4399.72
19/01/2006 09:42:58 p.m.	196.34	1,050.72	1,111.26	2,358.32	20/01/2006 08:12:58 a.m.	1042.59	3277.81	3385.33	7705.73
19/01/2006 09:52:58 p.m.	362.42	1,054.48	1,128.63	2,545.52	20/01/2006 08:22:58 a.m.	1145.94	2552.71	1180.10	4878.75
19/01/2006 10:02:58 p.m.	142.43	1,168.92	1,130.63	2,441.98	20/01/2006 08:32:58 a.m.	1846.16	2638.92	1886.65	6371.73
19/01/2006 10:12:58 p.m.	160.38	1,161.56	1,135.54	2,457.47	20/01/2006 08:42:58 a.m.	1979.69	2730.16	2649.09	7358.94
19/01/2006 10:22:58 p.m.	149.5	1,172.77	1,152.26	2,474.53	20/01/2006 08:52:58 a.m.	2022.95	4262.60	2613.85	8899.40
19/01/2006 10:32:58 p.m.	164.95	1,162.04	1,143.73	2,470.72	20/01/2006 09:02:58 a.m.	3283.12	5022.83	3104.51	12310.46

A.15 Potencia reactiva edificio M-90

Time	ØA (VAR)	ØB (VAR)	ØC (VAR)	3Ø (VAR)	Time	ØA (VAR)	ØB (VAR)	ØC (VAR)	3Ø (VAR)
23/01/2006 11:01:43 a.m.	286.91	33.51	100.96	421.38	23/01/2006 09:21:43 p.m.	827.59	568.37	130.55	1526.51
23/01/2006 11:11:43 a.m.	275.48	-30.52	77.13	322.09	23/01/2006 09:31:43 p.m.	711.72	621.12	85.4	1418.24
23/01/2006 11:21:43 a.m.	247.35	57.89	59.47	364.71	23/01/2006 09:41:43 p.m.	718.91	34.21	-55.8	697.32
23/01/2006 11:31:43 a.m.	313.87	29.43	29.62	372.92	23/01/2006 09:51:43 p.m.	807.45	41.28	-53.51	795.22
23/01/2006 11:41:43 a.m.	128.91	-49.07	47.05	126.89	23/01/2006 10:01:43 p.m.	796.07	39.41	-53.9	781.58
23/01/2006 11:51:43 a.m.	151.97	69.88	45.61	267.46	23/01/2006 10:11:43 p.m.	724.3	47.16	-52.11	719.35
23/01/2006 12:01:43 p.m.	127.36	62.83	47.79	237.98	23/01/2006 10:21:43 p.m.	97.86	48.6	-56.68	89.78
23/01/2006 12:11:43 p.m.	139.1	127.01	88.39	354.5	23/01/2006 10:31:43 p.m.	194.78	57.74	-58.91	193.61
23/01/2006 12:21:43 p.m.	131.1	135.94	37.91	304.95	23/01/2006 10:41:43 p.m.	194.17	58.02	-33.52	218.67
23/01/2006 12:31:43 p.m.	149.54	152.72	77.75	380.01	23/01/2006 10:51:43 p.m.	191.42	53.73	-30.53	214.62
23/01/2006 12:41:43 p.m.	141.35	134.08	24.44	299.87	23/01/2006 11:01:43 p.m.	194.64	54.02	-30.56	218.1
23/01/2006 12:51:43 p.m.	142.77	141.46	31.24	315.47	23/01/2006 11:11:43 p.m.	196.97	55.71	-31.36	221.32
23/01/2006 01:01:43 p.m.	153.72	128.67	44.2	326.59	23/01/2006 11:21:43 p.m.	210.08	58.79	-34.21	234.66
23/01/2006 01:11:43 p.m.	159.04	128.08	39.42	326.54	23/01/2006 11:31:43 p.m.	199.73	58.79	-33.63	224.89
23/01/2006 01:21:43 p.m.	152.21	136.52	47.19	335.92	23/01/2006 11:41:43 p.m.	205.04	416.31	-37.1	584.25
23/01/2006 01:31:43 p.m.	154.67	139.84	54.58	349.09	23/01/2006 11:51:43 p.m.	202.96	59.35	-40.42	221.89
23/01/2006 01:41:43 p.m.	236.45	155.59	104.92	496.96	24/01/2006 12:01:43 a.m.	197.98	58.55	-41.34	215.19
23/01/2006 01:51:43 p.m.	156.56	152.33	43.76	352.65	24/01/2006 12:11:43 a.m.	200.99	57.75	-40.73	218.01
23/01/2006 02:01:43 p.m.	500.64	732.72	248.6	1481.96	24/01/2006 12:21:43 a.m.	200.96	58.09	-44.49	214.56
23/01/2006 02:11:43 p.m.	595.01	750.42	23.29	1368.72	24/01/2006 12:31:43 a.m.	200.27	58.92	-41.52	217.67
23/01/2006 02:21:43 p.m.	587.33	707.53	-19.57	1275.29	24/01/2006 12:41:43 a.m.	209.68	60.65	-45.23	225.1
23/01/2006 02:31:43 p.m.	671.3	609.02	77.91	1358.23	24/01/2006 12:51:43 a.m.	217.45	61.31	-40.05	238.71
23/01/2006 02:41:43 p.m.	612.26	752.26	200.14	1564.66	24/01/2006 01:01:43 a.m.	210.75	61.02	-42.68	229.09
23/01/2006 02:51:43 p.m.	585.66	705.73	221.48	1512.87	24/01/2006 01:11:43 a.m.	52.15	60	-44.19	67.96
23/01/2006 03:01:43 p.m.	624.35	608.36	225.94	1458.65	24/01/2006 01:21:43 a.m.	52.4	61.68	-41.73	72.35
23/01/2006 03:11:43 p.m.	645.53	558.66	248.65	1452.84	24/01/2006 01:31:43 a.m.	54.84	61.55	-45.01	71.38
23/01/2006 03:21:43 p.m.	618.83	568.7	279.96	1467.49	24/01/2006 01:41:43 a.m.	52.21	60.27	-41.18	71.3
23/01/2006 03:31:43 p.m.	626.73	499.28	249.36	1375.37	24/01/2006 01:51:43 a.m.	52.97	64.3	-45.34	71.93
23/01/2006 03:41:43 p.m.	674.16	537.97	270.42	1482.55	24/01/2006 02:01:43 a.m.	56.35	64.53	-40.76	80.12
23/01/2006 03:51:43 p.m.	635.6	473.82	243.7	1353.12	24/01/2006 02:11:43 a.m.	52.54	61.76	-44.41	69.89
23/01/2006 04:01:43 p.m.	613.44	493.5	247.36	1354.3	24/01/2006 02:21:43 a.m.	54.5	63.65	-41.64	76.51
23/01/2006 04:11:43 p.m.	864.85	1,001.78	376.07	2242.7	24/01/2006 02:31:43 a.m.	54.1	61.9	-41.2	74.8
23/01/2006 04:21:43 p.m.	841.85	887	340.66	2069.51	24/01/2006 02:41:43 a.m.	55.13	62.28	-41.93	75.48
23/01/2006 04:31:43 p.m.	947.15	831.37	242.51	2021.03	24/01/2006 02:51:43 a.m.	54.64	63.39	-41.8	76.23
23/01/2006 04:41:43 p.m.	878.23	997.17	330.41	2205.81	24/01/2006 03:01:43 a.m.	55.34	61.9	-41.83	75.41
23/01/2006 04:51:43 p.m.	907.07	983.78	238.29	2129.14	24/01/2006 03:11:43 a.m.	54.92	62.39	-43.58	73.73
23/01/2006 05:01:43 p.m.	978.94	920.49	321.38	2220.81	24/01/2006 03:21:43 a.m.	55.89	59.75	-40.6	75.04
23/01/2006 05:11:43 p.m.	1,045.93	742.05	411.34	2199.32	24/01/2006 03:31:43 a.m.	52.18	62.59	-41.34	73.43
23/01/2006 05:21:43 p.m.	1,053.46	831.5	343.66	2228.62	24/01/2006 03:41:43 a.m.	53.68	62.02	-40.73	74.97
23/01/2006 05:31:43 p.m.	1,360.01	809.77	356.37	2526.15	24/01/2006 03:51:43 a.m.	53.46	63.89	-44.49	72.86
23/01/2006 05:41:43 p.m.	1,278.73	908.28	325.06	2512.07	24/01/2006 04:01:43 a.m.	54.02	60.82	-41.52	73.32
23/01/2006 05:51:43 p.m.	1,267.63	919.99	338.14	2525.76	24/01/2006 04:11:43 a.m.	56.62	56.53	-45.23	67.92
23/01/2006 06:01:43 p.m.	1,355.73	829.87	403.67	2589.27	24/01/2006 04:21:43 a.m.	55.33	60.94	-40.05	76.22
23/01/2006 06:11:43 p.m.	1,406.57	822.98	381.93	2611.48	24/01/2006 04:31:43 a.m.	52.44	59.85	-42.68	69.61
23/01/2006 06:21:43 p.m.	1,262.33	689.83	363.08	2315.24	24/01/2006 04:41:43 a.m.	52.77	63.94	-44.19	72.52
23/01/2006 06:31:43 p.m.	1,305.16	735.9	492.56	2533.62	24/01/2006 04:51:43 a.m.	51.74	63.25	-41.73	73.26
23/01/2006 06:41:43 p.m.	1,158.32	689.82	473.74	2321.88	24/01/2006 05:01:43 a.m.	52.91	61.34	-41.8	72.45
23/01/2006 06:51:43 p.m.	1,259.13	655.78	536.51	2451.42	24/01/2006 05:11:43 a.m.	50.54	58.94	-41.83	67.65
23/01/2006 07:01:43 p.m.	1,246.77	616.94	478.2	2341.91	24/01/2006 05:21:43 a.m.	51.93	61.09	-43.58	69.44
23/01/2006 07:11:43 p.m.	1,278.38	713.79	392.33	2384.5	24/01/2006 05:31:43 a.m.	152.15	61.68	-40.6	173.23
23/01/2006 07:21:43 p.m.	1,288.28	739.29	463.4	2490.97	24/01/2006 05:41:43 a.m.	143.94	60.37	-41.34	162.97
23/01/2006 07:31:43 p.m.	1,292.54	578.61	347.44	2218.59	24/01/2006 05:51:43 a.m.	142.28	56.66	-40.73	158.21
23/01/2006 07:41:43 p.m.	1,288.90	661.06	355.95	2305.91	24/01/2006 06:01:43 a.m.	136.59	57.08	-44.49	149.18
23/01/2006 07:51:43 p.m.	1,255.67	779.24	366.75	2401.66	24/01/2006 06:11:43 a.m.	176.08	51.49	-44.07	183.5
23/01/2006 08:01:43 p.m.	1,248.28	762.9	350.79	2361.97	24/01/2006 06:21:43 a.m.	177.67	51.26	-48.38	180.55
23/01/2006 08:11:43 p.m.	1,312.98	647.19	333.17	2293.34	24/01/2006 06:31:43 a.m.	183.48	56.91	-48.82	191.57
23/01/2006 08:21:43 p.m.	1,316.13	695.61	384.62	2396.36	24/01/2006 06:41:43 a.m.	177.35	50.05	-33.31	194.09
23/01/2006 08:31:43 p.m.	1,058.01	743.48	325.09	2126.58	24/01/2006 06:51:43 a.m.	181.17	52.95	-25.14	208.98
23/01/2006 08:41:43 p.m.	1,353.82	808.72	399.86	2562.4	24/01/2006 07:01:43 a.m.	181.95	50.08	-26.77	205.26
23/01/2006 08:51:43 p.m.	1,404.68	829.63	273.82	2508.13	24/01/2006 07:11:43 a.m.	183.56	49.35	40.92	273.83
23/01/2006 09:01:43 p.m.	1,132.30	1,011.46	320.15	2463.91	24/01/2006 07:21:43 a.m.	184.33	23.71	52.19	260.23
23/01/2006 09:11:43 p.m.	1,030.60	973.91	131.05	2135.56	24/01/2006 07:31:43 a.m.	182.42	40.25	49.68	272.35
23/01/2006 09:21:43 p.m.	827.59	568.37	130.55	1526.51	24/01/2006 07:41:43 a.m.	133.67	44.02	50.55	228.24
23/01/2006 09:31:43 p.m.	711.72	621.12	85.4	1418.24	24/01/2006 07:51:43 a.m.	150.97	53.65	50.03	254.65

A.16 Potencia reactiva edificio M-D

Time	ØA (VAR)	ØB (VAR)	ØC (VAR)	3Ø (VAR)	Time	ØA (VAR)	ØB (VAR)	ØC (VAR)	3Ø (VAR)
19/01/2006 12:02:58 p.m.	-228.29	360.18	-56.51	75.38	19/01/2006 10:32:58 p.m.	154.91	1274.69	874.68	2304.28
19/01/2006 12:12:58 p.m.	-252.8	344.81	-67.3	24.71	19/01/2006 10:42:58 p.m.	147.01	1301.62	870.72	2319.35
19/01/2006 12:22:58 p.m.	-249.64	317.2	-15.09	52.47	19/01/2006 10:52:58 p.m.	165.97	1340.35	889.13	2395.45
19/01/2006 12:32:58 p.m.	-249.13	553.41	-28.63	275.65	19/01/2006 11:02:58 p.m.	116.38	889.58	897.30	1903.26
19/01/2006 12:42:58 p.m.	-179.82	404.22	-43.1	181.3	19/01/2006 11:12:58 p.m.	121.08	916.42	898.11	1935.61
19/01/2006 12:52:58 p.m.	-252.8	385.77	-7.07	125.9	19/01/2006 11:22:58 p.m.	176.70	1060.74	918.35	2155.79
19/01/2006 01:02:58 p.m.	-249.64	286.38	-36.29	0.45	19/01/2006 11:32:58 p.m.	128.68	1129.37	906.22	2164.27
19/01/2006 01:12:58 p.m.	-249.13	233.22	-48.4	-64.31	19/01/2006 11:42:58 p.m.	229.55	1126.97	886.92	2243.44
19/01/2006 01:22:58 p.m.	-408.8	380.42	-21.67	-50.05	19/01/2006 11:52:58 p.m.	128.64	915.68	884.35	1928.67
19/01/2006 01:32:58 p.m.	-379.95	329.29	-6.37	-57.03	20/01/2006 12:02:58 a.m.	130.32	927.92	903.51	1961.75
19/01/2006 01:42:58 p.m.	-440.3	265.5	40.18	-134.62	20/01/2006 12:12:58 a.m.	159.57	1346.33	901.58	2407.48
19/01/2006 01:52:58 p.m.	-366.54	448.37	55.11	136.94	20/01/2006 12:22:58 a.m.	167.77	1376.23	916.01	2460.01
19/01/2006 02:02:58 p.m.	-420.46	248.18	46.23	-126.05	20/01/2006 12:32:58 a.m.	163.63	1143.99	897.74	2205.36
19/01/2006 02:12:58 p.m.	-371.33	260.27	6.13	-104.93	20/01/2006 12:42:58 a.m.	242.93	944.47	905.87	2093.27
19/01/2006 02:22:58 p.m.	-384.94	227.93	25.82	-131.19	20/01/2006 12:52:58 a.m.	136.51	905.95	854.67	1897.13
19/01/2006 02:32:58 p.m.	-420.91	301.16	3.73	-116.02	20/01/2006 01:02:58 a.m.	155.55	1120.59	883.31	2159.45
19/01/2006 02:42:58 p.m.	-399.3	256.37	-21.57	-164.5	20/01/2006 01:12:58 a.m.	130.22	1142.81	920.52	2193.55
19/01/2006 02:52:58 p.m.	-449.09	1885.05	-332.71	1103.25	20/01/2006 01:22:58 a.m.	116.55	895.84	891.52	1903.91
19/01/2006 03:02:58 p.m.	-431.93	67.78	18.82	-345.33	20/01/2006 01:32:58 a.m.	119.83	916.25	899.78	1935.86
19/01/2006 03:12:58 p.m.	-336.43	-12.28	55.87	-292.84	20/01/2006 01:42:58 a.m.	230.97	920.16	904.10	2055.23
19/01/2006 03:22:58 p.m.	-435.72	167.92	53.64	-214.16	20/01/2006 01:52:58 a.m.	139.92	1150.57	914.07	2204.56
19/01/2006 03:32:58 p.m.	-397.07	206.53	142	-48.54	20/01/2006 02:02:58 a.m.	152.44	1352.60	913.82	2418.86
19/01/2006 03:42:58 p.m.	-468.24	379.91	154.34	66.01	20/01/2006 02:12:58 a.m.	161.17	1141.17	925.65	2227.99
19/01/2006 03:52:58 p.m.	-428.88	502.75	123.51	197.38	20/01/2006 02:22:58 a.m.	145.10	1121.44	903.11	2169.65
19/01/2006 04:02:58 p.m.	-570.14	249.24	102.08	-218.82	20/01/2006 02:32:58 a.m.	168.58	1155.60	929.26	2253.44
19/01/2006 04:12:58 p.m.	-570.14	475.93	185.44	91.23	20/01/2006 02:42:58 a.m.	243.82	1148.52	914.82	2307.16
19/01/2006 04:22:58 p.m.	-570.14	317.34	182.36	-70.44	20/01/2006 02:52:58 a.m.	127.28	922.79	903.55	1953.62
19/01/2006 04:32:58 p.m.	-570.14	172.32	196.13	-201.69	20/01/2006 03:02:58 a.m.	123.55	980.00	935.35	2038.90
19/01/2006 04:42:58 p.m.	-570.14	273.56	240.43	-56.15	20/01/2006 03:12:58 a.m.	90.50	942.35	907.60	1940.45
19/01/2006 04:52:58 p.m.	-614.77	279.71	229.82	-105.24	20/01/2006 03:22:58 a.m.	145.27	1161.81	919.98	2227.06
19/01/2006 05:02:58 p.m.	-733.82	271.9	244.07	-217.85	20/01/2006 03:32:58 a.m.	139.18	1150.97	859.29	2149.44
19/01/2006 05:12:58 p.m.	-944.54	265.58	252.13	-426.83	20/01/2006 03:42:58 a.m.	129.34	918.81	904.81	1952.96
19/01/2006 05:22:58 p.m.	-903.77	63.57	174.09	-666.11	20/01/2006 03:52:58 a.m.	144.85	1123.92	910.49	2179.26
19/01/2006 05:32:58 p.m.	-870.63	290.22	140.76	-439.65	20/01/2006 04:02:58 a.m.	141.89	1130.68	900.46	2173.03
19/01/2006 05:42:58 p.m.	-894.92	184.16	150.04	-560.72	20/01/2006 04:12:58 a.m.	164.50	1337.36	896.16	2398.02
19/01/2006 05:52:58 p.m.	143.64	299.01	1,249.54	1692.19	20/01/2006 04:22:58 a.m.	140.51	1171.72	913.06	2225.29
19/01/2006 06:02:58 p.m.	156.31	288.24	1,261.56	1706.11	20/01/2006 04:32:58 a.m.	109.01	961.53	917.41	1987.95
19/01/2006 06:12:58 p.m.	578.06	2,217.90	1,651.56	4447.52	20/01/2006 04:42:58 a.m.	128.40	944.87	904.58	1977.85
19/01/2006 06:22:58 p.m.	655.47	2,223.04	1,609.73	4488.24	20/01/2006 04:52:58 a.m.	316.75	2830.04	888.25	4035.04
19/01/2006 06:32:58 p.m.	780.48	2,030.02	1,550.98	4361.48	20/01/2006 05:02:58 a.m.	70.95	254.03	917.41	1242.39
19/01/2006 06:42:58 p.m.	825.27	1,955.71	1,497.00	4277.98	20/01/2006 05:12:58 a.m.	74.47	37.71	904.58	1016.76
19/01/2006 06:52:58 p.m.	892.92	2,120.98	1,542.45	4556.35	20/01/2006 05:22:58 a.m.	78.15	41.85	888.25	1008.25
19/01/2006 07:02:58 p.m.	974.69	2,140.08	1,573.04	4687.81	20/01/2006 05:32:58 a.m.	69.99	34.96	917.41	1022.36
19/01/2006 07:12:58 p.m.	1,086.41	2,394.46	1,606.18	5087.05	20/01/2006 05:42:58 a.m.	117.02	438.87	904.58	1460.47
19/01/2006 07:22:58 p.m.	852.88	2,370.06	1,584.93	4807.87	20/01/2006 05:52:58 a.m.	179.05	455.41	888.25	1522.71
19/01/2006 07:32:58 p.m.	1,082.17	2,243.24	1,638.63	4964.04	20/01/2006 06:02:58 a.m.	83.54	239.32	239.32	562.18
19/01/2006 07:42:58 p.m.	918.28	2,261.12	1,648.18	4827.58	20/01/2006 06:12:58 a.m.	73.69	27.57	27.57	128.83
19/01/2006 07:52:58 p.m.	1,261.75	2,186.36	1,662.85	5110.96	20/01/2006 06:22:58 a.m.	84.48	29.76	(288.48)	(174.24)
19/01/2006 08:02:58 p.m.	901.3	2,219.62	1,729.22	4850.14	20/01/2006 06:32:58 a.m.	96.09	226.88	(252.28)	70.69
19/01/2006 08:12:58 p.m.	1,242.83	2,194.52	1,761.38	5198.73	20/01/2006 06:42:58 a.m.	95.33	239.23	(265.13)	69.43
19/01/2006 08:22:58 p.m.	1,035.26	2,007.83	1,771.92	4815.01	20/01/2006 06:52:58 a.m.	86.04	23.72	(254.64)	(144.88)
19/01/2006 08:32:58 p.m.	1,574.76	1,968.21	1,895.76	5438.73	20/01/2006 07:02:58 a.m.	79.33	20.09	(235.59)	(136.17)
19/01/2006 08:42:58 p.m.	1,308.12	2,043.00	1,934.12	5285.24	20/01/2006 07:12:58 a.m.	94.72	229.71	(235.78)	88.65
19/01/2006 08:52:58 p.m.	2,034.65	2,647.78	1,856.61	6539.04	20/01/2006 07:22:58 a.m.	77.86	311.90	(34.41)	355.35
19/01/2006 09:02:58 p.m.	107.51	1,224.02	723.48	2055.01	20/01/2006 07:32:58 a.m.	93.17	314.62	(23.78)	384.01
19/01/2006 09:12:58 p.m.	155.98	1,155.02	765.99	2076.99	20/01/2006 07:42:58 a.m.	1.83	255.16	(68.18)	188.81
19/01/2006 09:22:58 p.m.	136.57	1,132.72	756.7	2025.99	20/01/2006 07:52:58 a.m.	18.41	2053.05	(361.99)	1709.47
19/01/2006 09:32:58 p.m.	120.02	778.43	776.03	1674.48	20/01/2006 08:02:58 a.m.	111.28	314.78	(32.11)	393.95
19/01/2006 09:42:58 p.m.	109.06	780.1	757.23	1646.39	20/01/2006 08:12:58 a.m.	(51.68)	327.84	(61.40)	214.76
19/01/2006 09:52:58 p.m.	221.12	805.29	784.08	1810.49	20/01/2006 08:22:58 a.m.	(88.89)	127.81	(1.80)	37.12
19/01/2006 10:02:58 p.m.	127.51	1,014.11	799.08	1940.7	20/01/2006 08:32:58 a.m.	(4.06)	(7.32)	17.31	5.93
19/01/2006 10:12:58 p.m.	139.84	1,006.25	802.6	1948.69	20/01/2006 08:42:58 a.m.	(168.40)	(27.01)	53.10	(142.31)
19/01/2006 10:22:58 p.m.	125.95	1,031.62	825.58	1983.15	20/01/2006 08:52:58 a.m.	20.38	183.85	29.98	234.21

A.17 Potencia aparente edificio M-90

Time	ØA (VA)	ØB (VA)	ØC (VA)	3Ø (VA)	Time	ØA (VA)	ØB (VA)	ØC (VA)	3Ø (VA)
23/01/2006 11:01:43 a.m.	2312.11	1716.33	740.17	4688.06	23/01/2006 09:21:43 p.m.	5752.42	2842.23	1485.21	9951.18
23/01/2006 11:11:43 a.m.	2297.51	2370.56	748.32	5336.86	23/01/2006 09:31:43 p.m.	3015.87	1390.23	1374.57	5647.51
23/01/2006 11:21:43 a.m.	3022.45	1467.22	870.45	5289.93	23/01/2006 09:41:43 p.m.	4344.86	486.05	835.92	5602.09
23/01/2006 11:31:43 a.m.	3583.29	1677.93	879.63	6078.57	23/01/2006 09:51:43 p.m.	4983.24	492.17	756.82	6155.10
23/01/2006 11:41:43 a.m.	2774.56	2789.03	570.84	6095.69	23/01/2006 10:01:43 p.m.	3202.88	499.73	774.52	4390.70
23/01/2006 11:51:43 a.m.	1410.20	1353.27	573.27	3270.88	23/01/2006 10:11:43 p.m.	2632.92	505.51	767.65	3813.34
23/01/2006 12:01:43 p.m.	1623.12	1341.33	599.62	3508.50	23/01/2006 10:21:43 p.m.	482.91	208.23	819.00	1510.14
23/01/2006 12:11:43 p.m.	962.78	936.54	593.93	2445.26	23/01/2006 10:31:43 p.m.	918.17	124.49	1720.28	2699.28
23/01/2006 12:21:43 p.m.	2319.14	1580.43	596.28	4455.22	23/01/2006 10:41:43 p.m.	932.57	130.29	775.14	1779.87
23/01/2006 12:31:43 p.m.	959.71	1592.14	589.49	3083.91	23/01/2006 10:51:43 p.m.	921.18	125.66	749.36	1796.20
23/01/2006 12:41:43 p.m.	1592.13	965.14	1268.79	3786.82	23/01/2006 11:01:43 p.m.	928.67	127.75	757.15	1813.57
23/01/2006 12:51:43 p.m.	2499.08	968.83	1635.44	5062.85	23/01/2006 11:11:43 p.m.	937.39	129.17	759.04	1825.60
23/01/2006 01:01:43 p.m.	1553.45	966.10	931.98	3405.56	23/01/2006 11:21:43 p.m.	937.24	127.81	1075.69	2140.74
23/01/2006 01:11:43 p.m.	859.65	953.22	951.12	2706.22	23/01/2006 11:31:43 p.m.	947.31	131.97	1097.91	2177.19
23/01/2006 01:21:43 p.m.	791.63	959.71	929.48	2632.11	23/01/2006 11:41:43 p.m.	1204.00	830.49	1016.90	2925.28
23/01/2006 01:31:43 p.m.	780.29	782.33	964.55	2481.42	23/01/2006 11:51:43 p.m.	943.78	133.01	1055.64	2069.93
23/01/2006 01:41:43 p.m.	1043.07	791.21	966.59	2738.10	24/01/2006 12:01:43 a.m.	940.41	130.34	1066.41	2137.16
23/01/2006 01:51:43 p.m.	770.01	786.51	1113.58	2617.06	24/01/2006 12:11:43 a.m.	940.85	133.18	1009.74	2083.77
23/01/2006 02:01:43 p.m.	2006.04	1763.97	3047.41	6637.24	24/01/2006 12:21:43 a.m.	935.29	136.97	1052.84	2125.10
23/01/2006 02:11:43 p.m.	4036.03	1854.43	3113.12	8796.05	24/01/2006 12:31:43 a.m.	945.75	133.99	1022.29	2102.03
23/01/2006 02:21:43 p.m.	7239.15	2627.33	3273.00	13001.48	24/01/2006 12:41:43 a.m.	944.41	139.74	1057.41	2141.56
23/01/2006 02:31:43 p.m.	4113.02	5545.55	3121.54	12667.45	24/01/2006 12:51:43 a.m.	954.36	135.38	1021.80	2111.54
23/01/2006 02:41:43 p.m.	6527.81	3558.55	4993.89	14926.69	24/01/2006 01:01:43 a.m.	950.89	136.22	1089.96	2177.07
23/01/2006 02:51:43 p.m.	6741.04	5005.00	5688.98	17287.58	24/01/2006 01:11:43 a.m.	180.50	135.17	217.49	533.16
23/01/2006 03:01:43 p.m.	5375.05	4976.86	5347.49	15548.58	24/01/2006 01:21:43 a.m.	183.68	137.63	219.13	540.44
23/01/2006 03:11:43 p.m.	5597.11	5322.44	4492.82	15223.60	24/01/2006 01:31:43 a.m.	183.69	136.96	218.87	539.52
23/01/2006 03:21:43 p.m.	4830.88	7113.60	4575.32	16364.11	24/01/2006 01:41:43 a.m.	181.24	135.91	216.02	533.17
23/01/2006 03:31:43 p.m.	4838.99	5781.40	4751.08	15181.85	24/01/2006 01:51:43 a.m.	185.26	139.86	222.25	547.37
23/01/2006 03:41:43 p.m.	4993.21	5560.19	5673.21	16041.61	24/01/2006 02:01:43 a.m.	182.72	139.17	213.90	535.79
23/01/2006 03:51:43 p.m.	5502.17	6159.41	5659.47	17159.89	24/01/2006 02:11:43 a.m.	182.70	140.55	217.80	541.05
23/01/2006 04:01:43 p.m.	4968.64	5403.63	4600.45	14780.50	24/01/2006 02:21:43 a.m.	183.24	139.29	219.01	541.54
23/01/2006 04:11:43 p.m.	5867.88	6540.11	5198.67	17386.33	24/01/2006 02:31:43 a.m.	181.34	135.99	213.48	530.81
23/01/2006 04:21:43 p.m.	6659.88	8768.19	6195.84	21452.56	24/01/2006 02:41:43 a.m.	183.43	137.93	216.83	538.19
23/01/2006 04:31:43 p.m.	7895.03	7102.70	6983.13	21779.39	24/01/2006 02:51:43 a.m.	185.10	140.19	219.20	544.49
23/01/2006 04:41:43 p.m.	6061.87	6361.81	6330.27	18495.30	24/01/2006 03:01:43 a.m.	181.72	138.07	215.25	535.04
23/01/2006 04:51:43 p.m.	7312.99	5974.37	7109.62	20139.74	24/01/2006 03:11:43 a.m.	183.81	137.47	214.07	535.35
23/01/2006 05:01:43 p.m.	7072.87	6955.15	9073.10	22844.72	24/01/2006 03:21:43 a.m.	184.41	191.08	217.93	593.42
23/01/2006 05:11:43 p.m.	6878.80	8589.05	10499.20	25695.57	24/01/2006 03:31:43 a.m.	180.03	134.83	213.29	528.15
23/01/2006 05:21:43 p.m.	8755.99	7174.45	11497.26	27142.83	24/01/2006 03:41:43 a.m.	181.16	138.18	215.75	535.09
23/01/2006 05:31:43 p.m.	8600.89	7661.03	12065.33	27999.72	24/01/2006 03:51:43 a.m.	183.78	140.10	217.18	541.06
23/01/2006 05:41:43 p.m.	8084.29	5767.58	10085.90	23560.88	24/01/2006 04:01:43 a.m.	181.67	135.91	214.99	532.57
23/01/2006 05:51:43 p.m.	8067.46	6937.58	10824.52	25502.82	24/01/2006 04:11:43 a.m.	176.12	121.66	206.36	504.14
23/01/2006 06:01:43 p.m.	8733.91	8132.82	10701.54	27261.26	24/01/2006 04:21:43 a.m.	182.04	134.07	214.10	530.21
23/01/2006 06:11:43 p.m.	8862.18	6438.29	10622.35	25560.33	24/01/2006 04:31:43 a.m.	182.10	135.22	216.06	533.38
23/01/2006 06:21:43 p.m.	8657.56	7299.52	12034.41	27655.96	24/01/2006 04:41:43 a.m.	182.57	135.45	1081.45	1353.76
23/01/2006 06:31:43 p.m.	9700.13	6156.52	13217.04	28711.52	24/01/2006 04:51:43 a.m.	181.42	135.79	1065.61	1338.97
23/01/2006 06:41:43 p.m.	8812.02	7630.35	12414.28	28505.93	24/01/2006 05:01:43 a.m.	178.78	140.70	1117.94	1437.42
23/01/2006 06:51:43 p.m.	8611.83	6207.61	13055.85	27513.91	24/01/2006 05:11:43 a.m.	179.92	134.55	1080.40	1394.87
23/01/2006 07:01:43 p.m.	8653.24	6813.24	12225.52	27330.97	24/01/2006 05:21:43 a.m.	177.26	135.72	219.49	532.47
23/01/2006 07:11:43 p.m.	8659.74	6014.47	12122.93	26423.56	24/01/2006 05:31:43 a.m.	626.96	136.81	215.80	979.57
23/01/2006 07:21:43 p.m.	9428.52	6185.73	12289.36	27538.04	24/01/2006 05:41:43 a.m.	625.62	134.94	218.80	979.36
23/01/2006 07:31:43 p.m.	10523.44	6584.82	11172.46	27950.96	24/01/2006 05:51:43 a.m.	610.28	121.38	215.64	947.30
23/01/2006 07:41:43 p.m.	9932.02	6249.14	11827.76	27661.25	24/01/2006 06:01:43 a.m.	608.09	132.44	220.24	960.77
23/01/2006 07:51:43 p.m.	10742.98	7238.02	12121.16	29809.39	24/01/2006 06:11:43 a.m.	908.38	129.76	216.64	1254.78
23/01/2006 08:01:43 p.m.	8735.32	5928.10	11242.78	25542.44	24/01/2006 06:21:43 a.m.	914.21	129.86	952.73	1996.80
23/01/2006 08:11:43 p.m.	10814.50	7832.29	11497.20	29853.95	24/01/2006 06:31:43 a.m.	936.13	130.23	1103.99	2109.79
23/01/2006 08:21:43 p.m.	8200.62	6547.39	11751.23	26168.38	24/01/2006 06:41:43 a.m.	921.83	126.19	1034.53	2082.55
23/01/2006 08:31:43 p.m.	9054.11	6429.97	10682.50	25843.47	24/01/2006 06:51:43 a.m.	926.64	127.73	1043.85	2098.22
23/01/2006 08:41:43 p.m.	7608.36	5790.71	11239.42	24289.08	24/01/2006 07:01:43 a.m.	918.06	127.75	1048.19	2094.00
23/01/2006 08:51:43 p.m.	8686.64	5995.62	11307.48	25702.10	24/01/2006 07:11:43 a.m.	919.09	125.93	1043.99	2089.01
23/01/2006 09:01:43 p.m.	6146.30	5390.90	4847.39	16168.64	24/01/2006 07:21:43 a.m.	909.62	301.42	1058.91	2269.95
23/01/2006 09:11:43 p.m.	5060.49	3862.51	3035.70	11750.58	24/01/2006 07:31:43 a.m.	910.15	300.37	1076.61	2287.13
23/01/2006 09:21:43 p.m.	5752.42	2842.23	1485.21	9951.18	24/01/2006 07:41:43 a.m.	1007.44	710.33	1107.28	2825.05
23/01/2006 09:31:43 p.m.	3015.87	1390.23	1374.57	5647.51	24/01/2006 07:51:43 a.m.	928.11	695.86	1103.51	2727.48
23/01/2006 09:41:43 p.m.	4344.86	486.05	835.92	5602.09	24/01/2006 08:01:43 a.m.	740.64	697.09	973.08	2410.82

A.18 Potencia aparente edificio M-D

Time	ØA (VA)	ØB (VA)	ØC (VA)	3Ø (VA)	Time	ØA (VA)	ØB (VA)	ØC (VA)	3Ø (VA)
19/01/2006 12:02:58 p.m.	2730.89	4605.41	5002.70	12034.04	19/01/2006 10:32:58 p.m.	225.50	2006.36	1505.99	3651.57
19/01/2006 12:12:58 p.m.	3087.75	4677.18	4941.36	12706.29	19/01/2006 10:42:58 p.m.	217.13	1926.97	1501.94	3554.73
19/01/2006 12:22:58 p.m.	3382.47	4525.79	3706.55	11614.81	19/01/2006 10:52:58 p.m.	241.01	1959.30	1521.10	3625.45
19/01/2006 12:32:58 p.m.	2285.34	4403.50	3729.77	10418.61	19/01/2006 11:02:58 p.m.	201.38	1564.14	1529.90	3194.18
19/01/2006 12:42:58 p.m.	2081.40	4019.71	3734.15	9835.26	19/01/2006 11:12:58 p.m.	203.37	1582.29	1533.69	3216.92
19/01/2006 12:52:58 p.m.	2287.41	4209.85	3491.53	9988.79	19/01/2006 11:22:58 p.m.	253.43	2573.65	1538.53	4248.93
19/01/2006 01:02:58 p.m.	2210.57	5059.30	4105.08	11374.95	19/01/2006 11:32:58 p.m.	211.17	1791.44	1541.00	3446.89
19/01/2006 01:12:58 p.m.	1422.06	4429.76	4155.17	10006.99	19/01/2006 11:42:58 p.m.	370.74	1701.96	1529.33	3505.49
19/01/2006 01:22:58 p.m.	1586.97	4619.44	3526.11	9732.52	19/01/2006 11:52:58 p.m.	207.96	1491.69	1527.95	3125.34
19/01/2006 01:32:58 p.m.	1780.96	4584.47	3543.06	9908.49	20/01/2006 12:02:58 a.m.	214.57	1509.75	1550.11	3167.86
19/01/2006 01:42:58 p.m.	2687.57	3679.28	4305.45	10672.30	20/01/2006 12:12:58 a.m.	220.97	1996.09	1540.12	3661.02
19/01/2006 01:52:58 p.m.	2679.25	3893.67	4238.91	10811.83	20/01/2006 12:22:58 a.m.	238.40	2014.38	1559.87	3711.82
19/01/2006 02:02:58 p.m.	1977.79	3830.57	4238.39	10046.75	20/01/2006 12:32:58 a.m.	229.02	1760.01	1544.37	3429.82
19/01/2006 02:12:58 p.m.	1861.40	4114.89	4942.25	10918.54	20/01/2006 12:42:58 a.m.	412.16	1538.52	1556.04	3398.21
19/01/2006 02:22:58 p.m.	1858.78	4080.80	4482.77	10422.35	20/01/2006 12:52:58 a.m.	209.57	1475.94	1500.15	3081.43
19/01/2006 02:32:58 p.m.	1862.09	3964.86	5498.61	11325.56	20/01/2006 01:02:58 a.m.	232.12	1695.27	1529.67	3354.46
19/01/2006 02:42:58 p.m.	2784.01	3843.69	5592.60	12220.30	20/01/2006 01:12:58 a.m.	202.68	1714.75	1567.04	3379.45
19/01/2006 02:52:58 p.m.	3433.56	5443.72	7666.03	16543.31	20/01/2006 01:22:58 a.m.	197.00	1463.81	1534.34	3091.26
19/01/2006 03:02:58 p.m.	4132.99	3787.15	5517.13	13437.27	20/01/2006 01:32:58 a.m.	199.58	1488.72	1542.43	3125.76
19/01/2006 03:12:58 p.m.	6115.14	5324.04	6045.71	17484.89	20/01/2006 01:42:58 a.m.	401.32	1502.75	1553.69	3354.13
19/01/2006 03:22:58 p.m.	6225.75	5859.10	6065.65	18150.50	20/01/2006 01:52:58 a.m.	214.52	1726.55	1562.95	3399.78
19/01/2006 03:32:58 p.m.	6070.35	6033.02	6183.08	18286.45	20/01/2006 02:02:58 a.m.	216.53	1988.39	1559.29	3667.54
19/01/2006 03:42:58 p.m.	6203.77	6212.59	6214.49	18630.85	20/01/2006 02:12:58 a.m.	232.99	1765.92	1578.39	3477.15
19/01/2006 03:52:58 p.m.	6393.71	6372.89	6483.93	19250.53	20/01/2006 02:22:58 a.m.	215.66	1728.84	1546.70	3395.16
19/01/2006 04:02:58 p.m.	5647.67	5806.89	6555.52	18010.08	20/01/2006 02:32:58 a.m.	242.59	1746.56	1579.99	3463.99
19/01/2006 04:12:58 p.m.	5696.62	5622.12	5830.86	17149.60	20/01/2006 02:42:58 a.m.	409.39	1725.80	1564.20	3599.37
19/01/2006 04:22:58 p.m.	5587.27	5791.70	6420.19	17799.16	20/01/2006 02:52:58 a.m.	224.50	1497.27	1549.47	3165.20
19/01/2006 04:32:58 p.m.	5599.94	5582.70	6008.60	17191.24	20/01/2006 03:02:58 a.m.	207.74	1560.01	1583.44	3236.60
19/01/2006 04:42:58 p.m.	6868.23	5791.86	5771.04	18431.13	20/01/2006 03:12:58 a.m.	202.31	1517.59	1564.24	3171.08
19/01/2006 04:52:58 p.m.	6441.01	6240.41	5900.07	18581.49	20/01/2006 03:22:58 a.m.	218.17	1773.25	1569.50	3459.13
19/01/2006 05:02:58 p.m.	7126.27	6281.70	5930.55	19338.52	20/01/2006 03:32:58 a.m.	213.04	1724.89	1599.01	3427.68
19/01/2006 05:12:58 p.m.	6641.25	6312.13	5894.91	18479.34	20/01/2006 03:42:58 a.m.	210.88	1490.81	1553.65	3150.84
19/01/2006 05:22:58 p.m.	5552.14	6080.92	5195.70	16487.94	20/01/2006 03:52:58 a.m.	220.60	1766.65	1558.95	3447.04
19/01/2006 05:32:58 p.m.	5505.87	6362.30	6318.42	17817.47	20/01/2006 04:02:58 a.m.	221.63	1751.52	1549.87	3425.28
19/01/2006 05:42:58 p.m.	5494.81	6996.86	6425.56	18557.47	20/01/2006 04:12:58 a.m.	228.23	1956.76	1542.89	3628.83
19/01/2006 05:52:58 p.m.	4378.92	7691.07	7361.57	19145.12	20/01/2006 04:22:58 a.m.	227.73	1749.43	1558.43	3427.86
19/01/2006 06:02:58 p.m.	4481.14	7606.29	7816.04	19607.60	20/01/2006 04:32:58 a.m.	201.41	1555.08	1952.06	3561.75
19/01/2006 06:12:58 p.m.	5570.33	8920.05	8296.84	22476.05	20/01/2006 04:42:58 a.m.	210.05	1519.68	1920.87	3515.52
19/01/2006 06:22:58 p.m.	5751.28	8900.80	8495.62	22841.90	20/01/2006 04:52:58 a.m.	411.33	3675.59	1519.42	5461.91
19/01/2006 06:32:58 p.m.	4864.83	8759.37	8315.65	21663.23	20/01/2006 05:02:58 a.m.	172.14	402.38	0.00	532.25
19/01/2006 06:42:58 p.m.	4899.23	9760.22	8233.15	22623.48	20/01/2006 05:12:58 a.m.	157.40	219.96	0.00	312.29
19/01/2006 06:52:58 p.m.	5067.84	9273.60	8175.21	22254.43	20/01/2006 05:22:58 a.m.	150.99	221.01	0.00	304.19
19/01/2006 07:02:58 p.m.	5036.34	10275.15	7312.82	22359.21	20/01/2006 05:32:58 a.m.	144.93	218.32	0.00	295.78
19/01/2006 07:12:58 p.m.	5283.35	8877.93	7371.77	21264.67	20/01/2006 05:42:58 a.m.	171.97	661.49	0.00	802.46
19/01/2006 07:22:58 p.m.	4962.58	8091.32	7371.05	20155.47	20/01/2006 05:52:58 a.m.	323.65	647.31	0.00	944.73
19/01/2006 07:32:58 p.m.	5359.89	8015.09	7415.00	20524.32	20/01/2006 06:02:58 a.m.	156.52	423.10	0.00	539.36
19/01/2006 07:42:58 p.m.	5096.21	7979.99	7481.21	20284.95	20/01/2006 06:12:58 a.m.	145.72	301.20	0.00	389.58
19/01/2006 07:52:58 p.m.	5545.13	8518.29	7294.77	21111.71	20/01/2006 06:22:58 a.m.	158.78	301.60	0.00	402.32
19/01/2006 08:02:58 p.m.	4984.06	7645.90	6627.30	18998.61	20/01/2006 06:32:58 a.m.	167.87	471.52	0.00	601.91
19/01/2006 08:12:58 p.m.	5283.56	7644.57	5769.59	18455.15	20/01/2006 06:42:58 a.m.	157.66	469.17	0.00	588.57
19/01/2006 08:22:58 p.m.	4997.86	7495.59	5430.74	17685.88	20/01/2006 06:52:58 a.m.	165.55	351.40	0.00	460.07
19/01/2006 08:32:58 p.m.	4532.23	7470.51	3969.49	15712.88	20/01/2006 07:02:58 a.m.	154.08	267.02	0.00	358.65
19/01/2006 08:42:58 p.m.	4152.10	7117.80	3899.71	14917.52	20/01/2006 07:12:58 a.m.	170.79	424.30	0.00	559.62
19/01/2006 08:52:58 p.m.	3045.31	4022.70	2932.43	9864.06	20/01/2006 07:22:58 a.m.	163.75	507.86	0.00	635.58
19/01/2006 09:02:58 p.m.	194.15	2113.93	1325.56	3559.83	20/01/2006 07:32:58 a.m.	218.71	566.49	411.89	1097.75
19/01/2006 09:12:58 p.m.	229.12	1905.06	1370.91	3428.29	20/01/2006 07:42:58 a.m.	1106.86	2000.30	1368.57	4403.76
19/01/2006 09:22:58 p.m.	198.41	1817.70	1374.52	3315.93	20/01/2006 07:52:58 a.m.	1061.52	3889.53	3447.01	7893.07
19/01/2006 09:32:58 p.m.	219.23	1445.43	1397.48	2975.20	20/01/2006 08:02:58 a.m.	1167.50	2610.86	1248.20	4894.63
19/01/2006 09:42:58 p.m.	232.46	1351.21	1377.39	2876.15	20/01/2006 08:12:58 a.m.	1875.29	2701.60	1930.41	6375.35
19/01/2006 09:52:58 p.m.	430.25	1370.30	1407.98	3123.71	20/01/2006 08:22:58 a.m.	2021.93	2781.23	2696.03	7359.04
19/01/2006 10:02:58 p.m.	200.38	1584.36	1419.91	3119.22	20/01/2006 08:32:58 a.m.	2059.07	4344.22	2660.75	8989.40
19/01/2006 10:12:58 p.m.	222.28	1573.32	1426.20	3136.33	20/01/2006 08:42:58 a.m.	3328.54	6018.47	3160.67	12311.27
19/01/2006 10:22:58 p.m.	205.33	1599.85	1454.73	3171.15	20/01/2006 08:52:58 a.m.	3423.14	7253.64	2511.73	12933.47

ANEXO B

B.1 Tolerancia de la distorsión armónica de tensión, según las NSTD

ORDEN DE LA ARMONICA (n)	DISTORSIÓN ARMÓNICA INDIVIDUAL DE TENSIÓN, DAIT (%)	
	Baja y Media Tensión $V \leq 60$ kV	Baja y Media Tensión $60 \text{ kV} \leq V \leq 230$ kV
IMPARES NO MULTIPLOS DE 3		
5	6	2
7	5	2
11	3.5	1.5
13	3	1.5
17	2	1
19	1.5	1
23	1.5	0.7
25	1.5	0.7
mayor de 25	$0.2 + 1.3 * 25/n$	$0.1 + 0.6 * 25/n$
IMPARES MULTIPLOS DE 3		
3	5	2
9	1.5	1
15	0.3	0.3
21	0.2	0.2
mayor de 21	0.2	0.2
PARES		
2	2	2
4	1	1
6	0.5	0.5
8	0.5	0.4
10	0.5	0.4
12	0.2	0.2
mayor de 12	0.2	0.2
DISTORSIÓN ARMÓNICA TOTAL DE TENSIÓN, DATT (%)	8	3


Fuente: Ministerio de Energía y Minas, **Normas Técnicas de Servicio de Distribución**, 1996.

B.2 Niveles de iluminación recomendados

Trabajos muy precisos: ensamble de instrumentos	1500
Reproducción e impresión en colores	1500
Grabado en cobre y acero	2000
Encuadernado	500
Recortado y enlomado	750
Industria textil.	
Desmenuzado, cardado, estirado	300
Hilado, ovillado, devanado, peinado y teñido	500
Hilado (fino), torcido y trenzado	750
Cosido e inspección	1000
Carpinterías y fábricas de muebles.	
Aserraderos	200
Trabajos en banco y ensamble	300
Ebanistería y marquetería	500
Acabado e inspección final	750
Oficinas.	
Oficinas normales, mecanografiado y salas de proceso de datos	500
Oficinas generales extensas	750
Salas de dibujo	750
Salas de conferencias	500
Escuelas.	
Salones de clase y auditorios	300
Laboratorios, bibliotecas, salas de lectura y pintura	500
Tiendas, comercios y zonas de exposición.	
Tiendas tradicionales	300
Supermercados	750
Museos y galerías de arte:	
– Objetos sensibles a la luz	150
– Objetos insensibles a la luz	300
Edificios públicos.	
Cines:	
– Sala de proyección	50
– Vestíbulo	150
Teatros y salas de concierto:	
– Salón	100
– Vestíbulo	200
Iglesias:	
– Nave	100
– Coro	150

Fuente: Bratu y Campero, **Instalaciones Eléctricas.**

B.3 Coeficiente de utilización luminarias

Tipo de luminario	Distribución típica y % de lúmenes de la lámpara		RCR →		80			70			50			30			10			
	↓		↓		90			80			70			60			50			
	Cat. de Mant.	Máximo espaciamiento S/MH	Coeficiente de utilización para 20% de reflectancia efectiva de piso (p _{ef} = 20)																	
 <p>Reflector acabado, pintura porcelanizada con lámpara fluorescente, reflector 14° C.W.</p>	132	1.3	0	1.00	1.00	1.00	.96	.96	.90	.89	.89	.89	.82	.82	.82	.74	.74	.76		
			1	.88	.85	.82	.83	.82	.79	.77	.74	.73	.72	.70	.68	.67	.66			
			2	.78	.72	.67	.73	.70	.66	.70	.66	.64	.66	.62	.59	.61	.58	.56		
			3	.70	.62	.57	.66	.60	.56	.62	.57	.53	.58	.54	.51	.51	.48			
			4	.61	.54	.48	.57	.52	.47	.55	.50	.45	.52	.47	.43	.40	.45	.42		
			5	.54	.46	.43	.52	.45	.40	.48	.43	.39	.46	.41	.37	.42	.39	.35		
			6	.48	.41	.35	.47	.40	.35	.44	.38	.34	.41	.36	.32	.39	.34	.31		
			7	.41	.34	.31	.42	.35	.30	.40	.34	.29	.37	.32	.28	.35	.30	.27		
			8	.39	.32	.27	.38	.31	.26	.36	.30	.25	.34	.29	.24	.32	.27	.24		
			9	.35	.28	.23	.34	.27	.22	.32	.26	.21	.30	.25	.21	.28	.23	.20		
			10	.32	.25	.20	.31	.24	.19	.29	.23	.18	.27	.22	.18	.25	.20	.17		

- * p_{ef} = % de reflectancia efectiva de cavidad de techo.
- * p_w = % de reflectancia de paredes.
- * RCR = Relación de cavidad de techo.
- * Máximo espaciamiento S/MH = Relación de espaciamiento máximo del luminario a altura de montaje. Consueña IES Handbook.

Fuente: Silvana, **Cálculo de Proyectos de Iluminación**

B.4 Distribución típica aceptable de alumbrado

Datos de las lámparas de mercurio		Datos del poste		Colocación	Separación (m)	Iluminación (lux)	
Designación	Emisión luminosa (lúmenes)	Altura de montaje (m)	Longitud del brazo (m)			Media	Minima
H39-22KB 175 W Clara	700	9	1.2	A un solo lado	28	3.6	3.6
H39-22KB 175 W Clara	12100	9	1.2	A un solo lado	41	9	4.9
H39-22KB 175 W Clara	21000	9	1.2	A un solo lado	30	22	7.1
H39-22KB 175 W Clara	21000	9	1.2	Al tresbolillo	45	14.1	4.7
H39-22KB 175 W Clara	39000	10.5	1.2	A un solo lado	60	15	5.1
H39-22KB 175 W Clara	39000	10.5	1.2	Al tresbolillo	63	14.7	4.9

Fuente: Westinghouse, **Manual de Alumbrado**

B.5 Características de lámparas de vapor de mercurio

No. ALMACEN	FABRICANTE	No. CATALOGO	WATTS	BULBO	LUMENES MEDIOS (16,000 Hrs)
72-100	SYLVANIA	H3EJA-100/DK	100	BT-25	3,066
72-102	SYLVANIA	H3DKC-175/DK	175	BT-28	6,960
72-104	SYLVANIA	H37KC-250/DK	250	BT-28	9,779
72-106	SYLVANIA	H33GL-400/DK	400	BT-37	17,833

NOTA:
 VIDA MEDIA : 24,000 Hrs.
 VOLTAJE : 240 VOLT.
 DESIGNACION DEL COLOR : BLANCO DE LLUJO

No.	FECHA	REVISION	RV	APD	EMPRESA ELECTRICA DE GUATEMALA S.A.
					BOMBILLA VAPOR DE MERCURIO .
					DIBUJO: J.C. GARCIA PLANO: J. MELFAZ REVIDO: ING. C. OLANOS APROBO: ING. J. LOPEZ HOJA DE _____ FECHA: OCTUBRE/ 91 ND -

Fuente: Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A., **Manual del Lineero**, 1991.

B.6 Coeficientes para el cálculo de pararrayos

Coeficiente Ambiental C1 <i>estructura a proteger</i>	C1
Rodeado por estructuras o arboles de la misma altura o superior	0.25
Rodeado por estructuras mas pequeñas	0.5
Aislado: ninguna otra estructura dentro de una distancia igual a 3 veces su altura	1
Aislado encima de una colina	2

Coeficiente Estructural C2			
Tipo del techo			
Estructura	Metalico	Común	Inflamable
Metalica	0.5	1	2
Común	1	1	2.5
Inflamable	2	2.5	3

Contenido de la Estructura C3	C3
Ningun valor o no inflamable	0.5
Valor normal o normalmente inflamable	1
Valor alto o particularmente inflamable	2
Valor excepcional, irremplazable o muy inflamable, explosivo	3

Ocupación de la Estructura C4	
Desocupado	0.5
Normalmente ocupado	1
De evacuación difícil	3

Consecuencias del rayo C5	
Continuidad de servicio no requerido	1
Continuidad de servicio requerida sin consecuencias en el ambiente	5
Consecuencia en el ambiente	10

Fuente: Franklin de Francia, **cálculo de pararrayos.**

B7. Cotización de materiales y accesorios eléctricos

Guatemala, 18/09/2006

Nombre : EEGSA
 Dirección: ZONA 1
 N.º:
 Obra : CARLOS ALFREDO BOJ DE LEÓN



Proforma Control No. : 215,043

Páginas :

Codigo	Cantidad	Catalogo	Descripcion	Precio Unit.	Totales
CHW28	260	177.35MM2	CABLE THHN #350MCM (METRO)	155.3824	40,399.42
TOTAL :					Q40,399.42

Validez de la Oferta : 1 DIAS

Forma de Pago: CREDITO

Entrega: INMEDIATA

N

LOS PRECIOS YA INCLUYEN I.V.A.
 PRECIOS SUJETOS A CAMBIO SIN PREVIO AVISO
 MATERIAL SUJETO A PREVIA VENTA

V.oBo. CELASA

Vendedor: I9003



Guatemala, 12/09/2006

Proforma Control No. 214,273

Direccion: Nombre :
 Paginas : 429496729
 Nit:
 Obra :

SR. CARLOS A. BOJ

Codigo	Cantidad	Catalogo	Descripcion	Precio Unit.	Totales
LMI01	495		LAMPARA 1X20 PH LISTON	31.7160	15,699.42
TUF04	495	F20T12/D	TUBO FLUORESCENTE 20W DL 'SYLVANIA'	6.7799	3,356.05
LMI03	875		LAMPARA 2X40 RS LISTON 'INS'	98.0077	85,756.74
TUF15	875	F40T12/D	TUBO FLUORESCENTE 40W DL 'SYLVANIA'	6.8138	5,962.08
LM214	22	AT-108A/AT-108	LAMPARA DE EMERGENCIA 2 FOCOS 'NIPPON AMERICA'	149.9900	3,299.78
CHW20	2,500	8.37MM2	CABLE THHN #8 (METRO)	7.8806	19,701.50
CHW19	4,400	5.26MM2	CABLE THHN #10 (METRO)	4.7238	20,784.72
CHW18	6,700	3.31MM2	CABLE THHN #12 (METRO)	2.9565	19,808.55
ARM35	470	5028N	ARMADURA 2P+T 15A 125V MAGIC 'BTICINO'	10.9248	5,134.66
SWC09	270	5001	SWITCH SENCILLO 16A 125V MAGIC 'BTICINO'	9.4206	2,543.56
PLC03	235	503/2SR	PLACA DOBLE DE ALUMINIO CON PUENTE MAGIC 'BTICINO'	7.9612	1,870.88
PLC02	165	503/1SR	PLACA SENCILLA DE ALUMINIO CON PUENTE MAGIC 'B'	8.0193	1,323.18
TUD04	85		TUBO DUCTON 1 1/4"	26.5924	2,260.35
TUD01	75		TUBO DUCTON 1/2"	13.1587	986.90
CDD04	170	TC2245C/5037T	CONECTOR DUCTON 1 1/4"	6.9604	1,183.27
CDD01	220	TC-221/5031TB	CONECTOR DUCTON 1/2"	0.9153	201.37
FG120	1	TJD432300	FLIP-ON 3X300A 240V TJD 'G.E.'	3,412.6031	3,412.60
FG079	1	TQD32125	FLIP-ON 3X125A 240V TQD 'G.E.'	1,232.6284	1,232.63
TA012	1	TL12412	TABLERO TRIFASICO 12 CIRCUITOS 125A 'G.E.'	480.2431	480.24
FG021	1	TEB132100	FLIP-ON 3X100A 240V TEB 'G.E.'	818.8489	818.85

TOTAL : Q195,817.33

Validez de la Oferta 0 DIAS

Forma de Pago: CONTADO

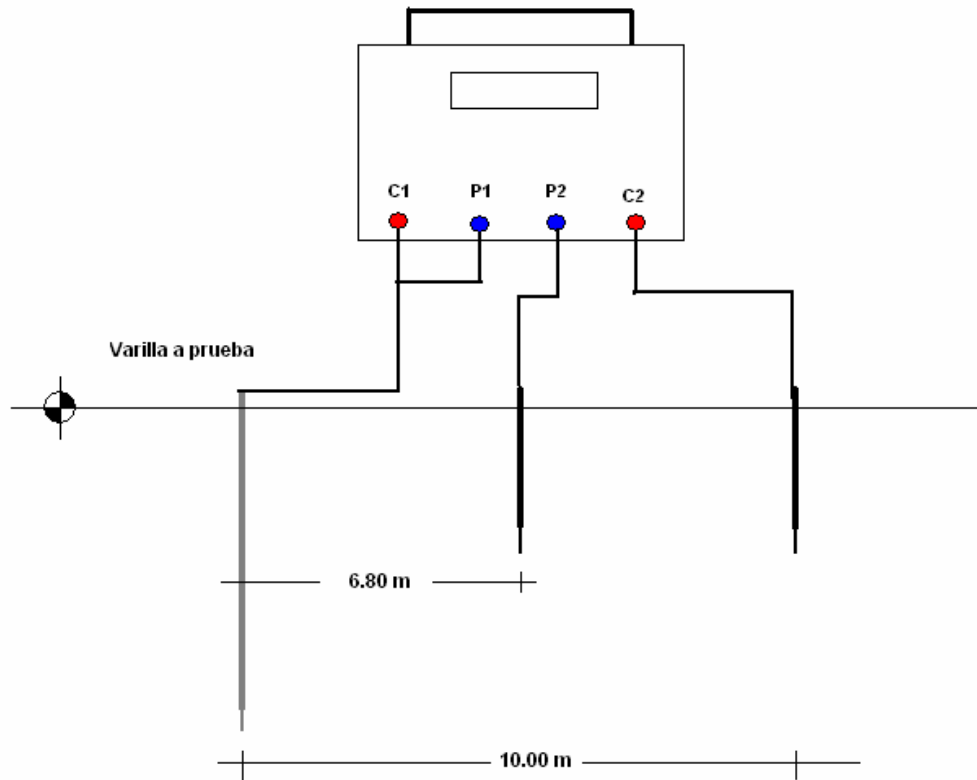
Entrega: SEGUN STOCK
 N

LOS PRECIOS YA INCLUYEN I.V.A.
 PRECIOS SUJETOS A CAMBIO SIN PREVIO AVISO
 MATERIAL SUJETO A PREVIA VENTA

V.oBo. CELASA

Vendedor: V1104

B8. Método del 68% para medición de resistencia en una varilla



El método pretende encontrar con ayuda del Megger, la resistencia que tiene la varilla con respecto a tierra.

Debido al poco espacio se utiliza una separación entre varillas extremas de 10.00 metros y una varilla intermedia colocada al 68% de la distancia de la varilla de prueba.